



FACULTAD DE INGENIERÍA Y COMPUTACIÓN

“Análisis comparativo del impacto ambiental entre un embalaje de espuma de poliestireno expandido y un embalaje biodegradable mediante esquemas matriciales”

Presentado por:

Michelle Gabriella Venero Rivero

Para Optar por el Título Profesional de:

INGENIERO INDUSTRIAL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Asesor: Benigno Sanz Sanz

Arequipa, Noviembre del 2019

DEDICATORIA

Dedicado a Dios, por haberme dado la fortaleza necesaria para cumplir con este reto. A mis padres por su amor, sus enseñanzas, paciencia, apoyo incondicional y comprensión; porque sin ellos no sería la persona que soy ahora.

A mi hermano por apoyarme a lo largo de mi vida y haber estado pendiente de mí en todo momento alentando y motivándome.

A las personas que de una u otra manera me apoyaron a realizar este trabajo y estuvieron conmigo físicamente o a la distancia.

AGRADECIMIENTOS

Ante todo agradezco a Dios por permitirme cumplir una de mis metas y superar los obstáculos.

Agradezco a mi asesor Mg. Benigno Sanz Sanz por su apoyo, confianza y preocupación a lo largo del desarrollo de esta investigación y a todas las personas que hicieron posible que este trabajo se realice.

También agradezco a la Universidad Católica San Pablo, por haberme brindado una formación profesional de calidad.

RESUMEN

La presente investigación busca realizar el análisis de los impactos ambientales en los procesos productivos y la disposición final de embalajes convencionales de espuma de poliestireno expandido y embalajes biodegradables elaborados a partir de residuos agrícolas, teniendo a la cáscara de arroz como principal materia prima, ya que este residuo es uno de los más abundantes en la región de Arequipa y que posteriormente es quemado ya que no tiene ningún tipo de aprovechamiento.

Para realizar esta investigación no experimental, se recopiló información sobre los procesos productivos de ambos tipos de embalaje, al igual que los procesos de su disposición final, luego se utilizaron herramientas de ingeniería industrial para analizar estos procesos al igual que herramientas predictivas, como la Matriz de Conesa para analizar el impacto generado en el proceso productivo y la Matriz de Leopold en la disposición final de un embalaje biodegradable elaborado a partir de residuos agrícolas y un embalaje convencional de espuma poliestireno expandido.

Según la evaluación realizada, la producción y disposición final de embalajes de espuma de poliestireno expandido tienen más impactos ambientales negativos que el de la producción y disposición final de embalajes biodegradables, por otro lado se recopiló información de la industria de embalajes biodegradables, se cotizó la materia prima y maquinaria requerida para realizar la evaluación económica de una industria de embalajes biodegradables, demostrando la rentabilidad de esta frente a la industria de embalajes de espuma de poliestireno expandido.

PALABRAS CLAVE: Espuma de Poliestireno Expandido, Embalaje Biodegradable, Residuos agrícolas

ABSTRACT

The present research seeks to analyze and compare the environmental impact in the manufacturing processes and the final disposal of conventional packaging of expanded polystyrene foam and biodegradable packaging elaborated from agricultural waste, holding rice hulls as the main raw material, this material is abundant in the Arequipa region and subsequently burnt since it does not possess any type of utilization.

To conduct this non-experimental research, information was gathered about the productive processes of both types of packaging, as well as the final disposal process; therefore Industrial Engineering tools were used to analyze the processes and predictive tools were considered, like the Conesa Matrix to analyze the impact generated in the manufacturing process and the Leopold Matrix used in the final waste disposal of the biodegradable packaging made from agricultural waste and the conventional packaging of expanded polystyrene foam.

According to the conducted evaluation, manufacturing and waste disposal of expanded polystyrene foam packaging have a higher negative environmental impact than the manufacturing and final disposal of biodegradables packagings, furthermore, information for the biodegradable packaging industry was gathered, raw material and equipment were quoted to conduct the economic analysis of the biodegradable packaging industry, proving the profitability compared to the packaging of expanded polystyrene foam industry.

KEYWORDS: Expanded Polystyrene Foam, Biodegradable Packaging, Agricultural Waste

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
1. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Definición del problema de investigación	2
1.2 Formulación del problema	3
1.3 Sistematización del problema.....	4
1.4 Objetivo general	4
1.5 Objetivos Específicos	4
1.6 Justificación de la investigación	5
1.6.1 Justificación Teórica	5
1.6.2 Justificación Metodológica.....	6
1.6.3 Justificación Práctica	7
1.6.4 Justificación Personal.....	8
1.7 Delimitación del trabajo	8
1.7.1 Temático.....	9
1.7.2 Espacial.....	9
1.7.3 Temporal	9
2. CAPÍTULO II: MARCO DE REFERENCIA TEÓRICO.....	10
2.1 Antecedentes del tema de investigación	10
2.2.1 Embalajes sustentables en el mundo	10
2.2.1.1 Mycobond.....	10
2.2.1.2 Papel stretch film a partir del quitosano.....	12
2.2.1.3 Bioplástico a partir de la cáscara de plátano	12
2.2.2 Situación actual de los embalajes en el Perú	13
2.2.3 Investigación de embalajes sustentables en el Perú	13
2.3 Marco Teórico Conceptual	14
2.3.1 La industria del Poliestireno	14
2.3.2 Proceso Productivo del Poliestireno Expandido	15

2.3.3	La Industria del Plástico	16
2.3.4	El embalaje en la industria	19
2.3.5	Clasificación del embalaje	20
2.3.5.1	Según su función.....	21
2.3.5.2	Según su destino final	21
2.3.5.3	Según su contacto con el producto:	21
2.3.5.4	Según su uso:	22
2.3.6	Diseño del embalaje	23
2.3.7	Eco diseño.....	24
2.3.8	Problemática de la cáscara de arroz	25
2.3.9	Uso de la cáscara de arroz como materia prima	27
2.3.10	Problemática de la disposición final del poliestireno expandido	27
2.3.11	Problemática sobre la industria del embalaje	28
2.3.11.1	Sobre Empaque	28
2.3.11.2	Agotamiento de recursos.....	28
2.4	Hipótesis de la investigación	29
2.5	Mapa Mental.....	30
3.	CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	31
3.1	Diseño de la Investigación.....	31
3.2	Tipo de Investigación.....	31
3.3	Levantamiento de datos	31
3.4	Análisis de datos	31
3.5	Matriz de Consistencia	32
3.6	Metodología para el desarrollo de la investigación.....	33
3.6.1	Análisis Externo PESTEL	33
3.6.2	Análisis Causa – Efecto.....	33
3.6.3	Análisis de producto	34
3.6.4	Análisis de proceso	35
3.6.4.1	Diagrama de flujo de procesos.....	35
3.6.4.2	Diagrama de operaciones de Procesos.....	36
3.6.4.3	Diagrama de flujo de entradas y salidas.....	37
3.6.5	Análisis económico.....	38
3.6.5.1	Análisis de costos.....	38

3.6.5.2	Punto de equilibrio.....	38
3.6.5.3	Flujo de caja	39
3.6.6	Análisis de aspectos ambientales	40
3.6.6.1	Matriz de Leopold.....	40
3.6.6.2	Matriz de Conesa	42
3.6.7	Análisis de dispersión.....	48
4.	CAPÍTULO IV: RESULTADOS ESPERADOS.....	49
4.1	Análisis Externo.....	49
4.2	Análisis Causa – Efecto.....	52
4.3	Análisis del Producto	53
4.4	Descripción de los procesos.....	53
4.4.1	Proceso de fabricación de la Espuma de Poliestireno Expandido (EPS).....	53
4.4.1.1	Caracterización de los componentes.....	53
4.4.1.2	Maquinaria usada en el proceso de fabricación de EPS	54
4.4.1.3	Descripción de los procesos en la fabricación de EPS.....	59
4.4.1.4	Descripción de las actividades del proceso productivo de EPS	65
4.4.2	Proceso de fabricación de un embalaje biodegradable	68
4.4.2.1	Caracterización de los componentes.....	68
4.4.2.2	Maquinaria usada en el proceso de fabricación de un embalaje biodegradable.....	75
4.4.2.3	Descripción de los procesos en la fabricación de un embalaje biodegradable.....	81
4.4.2.4	Descripción de las actividades del proceso productivo del embalaje biodegradable.....	91
4.5	Identificación de los Impactos ambientales	93
4.5.1	Proceso productivo.....	93
4.5.1.1	Descripción del entorno.....	93
4.5.1.2	Tabla de Impactos	96
4.5.1.3	Identificación de los impactos ambientales de las actividades de los procesos productivos.....	98
4.5.2	Disposición Final	104
4.5.2.1	Descripción del entorno.....	105

4.5.2.2	Descripción de las actividades de los procesos en la disposición final.....	109
4.6	Valorización de Impactos	115
4.6.1	Matriz de Impactos del proceso productivo	115
4.6.1.1	Proceso productivo del Embalaje de Espuma Poliestireno Expandido	116
4.6.1.2	Proceso productivo del Embalaje Biodegradable	118
4.6.2	Matriz de Impactos de la disposición final	120
4.6.2.1	Disposición final del Embalaje de Espuma de Poliestireno Expandido	120
4.6.2.2	Disposición final del Embalaje de Biodegradable	123
4.7	Análisis Económico	126
4.7.1	Determinación del precio del EPS.....	126
4.7.2	Determinación del costo variable unitario del embalaje biodegradable.....	126
4.7.3	Inversión.....	129
4.7.4	Costos	130
4.7.5	Punto de Equilibrio	133
4.7.6	Flujo de Caja	133
4.7.7	Indicadores de Rentabilidad	134
4.8	Análisis de Resultados	134
4.8.1	Producción	134
4.8.1.1	Producción del Embalaje de EPS.....	134
4.8.1.2	Producción del Embalaje biodegradable	136
4.8.2	Disposición Final	139
4.8.2.1	Disposición final del embalaje de EPS	139
4.8.2.2	Disposición final del embalaje biodegradable.....	142
4.8.3	Análisis Comparativo.....	145
4.8.3.1	Análisis Comparativo del Impacto Ambiental de los procesos productivos	145
4.8.3.2	Análisis Comparativo del Impacto Ambiental de las disposiciones finales	148

5.	CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	156
5.1	Conclusiones.....	156
5.2	Recomendaciones.....	158
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	160
	ANEXOS	166

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Productos fabricados con EPS	15
Tabla 2	Producción Nacional de Octubre del 2018 para el subsector Fabril no primario	17
Tabla 3	Normas Técnicas Peruanas de plásticos y embalajes	19
Tabla 4	Tipos de energía con cáscara de arroz como materia prima	27
Tabla 5	Matriz de Consistencia	32
Tabla 6	Simbología básica del diagrama de flujo	36
Tabla 7	Simbología básica del diagrama de operaciones	37
Tabla 8	Cuadro Resumen	41
Tabla 9	Calificación de la magnitud e importancia del impacto ambiental negativo	41
Tabla 10	Calificación de la magnitud e importancia del impacto ambiental positivo	42
Tabla 11	Importancia del Impacto	47
Tabla 12	Análisis PESTEL	50
Tabla 13	Actividades del proceso de fabricación del embalaje de EPS	66
Tabla 14	Proporción de los componentes secos	70
Tabla 15	Hongos filamentosos.....	71
Tabla 16	Composición del material por volumen de sustrato sugerido.....	73

Tabla 17	Proporción del sustrato seco	74
Tabla 18	Especificaciones técnicas de producto	74
Tabla 19	Actividades del proceso de fabricación del embalaje biodegradable.....	91
Tabla 20	Estándares de Calidad Ambiental para Aire	94
Tabla 21	Estándares de Calidad Ambiental para Suelo	95
Tabla 22	Estándares de Calidad Ambiental para el Ruido	95
Tabla 23	Estándares de Calidad Ambiental para Agua	96
Tabla 24	Estándares de Calidad Ambiental para el proceso de fabricación de un embalaje de EPS y uno biodegradable	98
Tabla 25	Identificación de Factores e Impactos Ambientales de las actividades del proceso productivo del embalaje de EPS	99
Tabla 26	Identificación de Factores e Impactos Ambientales de las actividades del proceso productivo del embalaje biodegradable	102
Tabla 27	Análisis de materiales derivados de hongos y espuma de poliestireno expandido	104
Tabla 28	Base legal de fiscalización de residuos sólidos	108
Tabla 29	Actividades de la disposición final del embalaje de EPS	111
Tabla 30	Actividades de la disposición final del embalaje biodegradable...	114
Tabla 31	Importancia del impacto del proceso productivo del embalaje de EPS.....	117
Tabla 32	Importancia del impacto del proceso productivo del embalaje biodegradable	119
Tabla 33	Evaluación del Impacto Ambiental del proceso de disposición final del embalaje de EPS	121
Tabla 34	Evaluación del Impacto Ambiental del proceso de disposición final del embalaje de EPS	122

Tabla 35	Evaluación del Impacto Ambiental del proceso de disposición final del embalaje biodegradable	124
Tabla 36	Evaluación del Impacto Ambiental del proceso de disposición final del embalaje biodegradable	125
Tabla 37	Proporción de sustratos secos	127
Tabla 38	Precio de los sustratos	127
Tabla 39	Costo del sustrato seco	128
Tabla 40	Costo del Agua	128
Tabla 41	Costo total por kilo	129
Tabla 42	Costo total por m3	129
Tabla 43	Inversión en maquinaria	129
Tabla 44	Inversión en oficina y laboratorio	130
Tabla 45	Inversión en Alquiler	130
Tabla 46	Inversión Total	130
Tabla 47	Remuneraciones	131
Tabla 48	Consumo energético mensual	131
Tabla 49	Gastos por servicios	132
Tabla 50	Costos fijos y variables	132
Tabla 51	Flujo de caja	133
Tabla 52	Clasificación de los impactos ambientales del proceso productivo del embalaje de EPS	135
Tabla 53	Clasificación de los impactos ambientales del proceso productivo del embalaje biodegradable	138
Tabla 54	Afectaciones de los factores ambientales de la disposición final del embalaje de EPS	140

Tabla 55	Afectaciones de las actividades de la disposición final del embalaje de EPS	141
Tabla 56	Afectaciones de los factores ambientales de la disposición final del embalaje biodegradable	143
Tabla 57	Afectaciones de las actividades de la disposición final del embalaje biodegradable	144
Tabla 58	Calificación de las acciones impactantes del proceso productivo del embalaje de EPS	146
Tabla 59	Calificación de las acciones impactantes del proceso productivo del embalaje biodegradable	146
Tabla 60	Comparación del valor medio de los factores ambientales afectados.....	147
Tabla 61	Comparación de la agregación de los impactos en la disposición final de ambos tipos de embalaje	149
Tabla 62	Comparación de la agregación de los impactos de los factores ambientales en la disposición final de ambos tipos de embalaje...	150

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Elaboración de un embalaje convencional y sustentable	11
Figura 2	Proceso de fabricación del EPS	16
Figura 3	Embalaje biodegradable usado por DELL	20
Figura 4	Envases y Embalajes	23
Figura 5	Producción de arroz en cáscara (Noviembre 2018)	25
Figura 6	Principales regiones productoras de arroz cáscara, 2017	26
Figura 7	Mapa mental	30
Figura 8	Árbol de problemas	34
Figura 9	Valoración y clasificación de impactos	45

Figura 10	Diagrama de dispersión	48
Figura 11	Diagrama Causa-Efecto	52
Figura 12	Análisis del producto	53
Figura 13	Máquina para el proceso de pre expansión	55
Figura 14	Pre Expansor y sus partes	55
Figura 15	Tolvas de Almacenamiento	56
Figura 16	Máquina Extrusora	57
Figura 17	Bloquera	58
Figura 18	Bloquera y sus partes	58
Figura 19	Pantógrafo EPS	59
Figura 20	Fabricación de productos químicos y plásticos	60
Figura 21	Perlas de poliestireno antes y después de expandir	61
Figura 22	Diagrama de flujo del proceso de fabricación del embalaje de EPS	63
Figura 23	Diagrama de flujo de entradas y salidas de los procesos en la fabricación del embalaje de EPS	64
Figura 24	Diagrama de operaciones de procesos de la fabricación de embalaje de EPS	67
Figura 25	Ciclo de vida del Pleurotus Ostreatus	72
Figura 26	Molino de martillos	75
Figura 27	Mezcladora	76
Figura 28	Tolva	77
Figura 29	Faja Vibratoria	78
Figura 30	Pasteurizador	79
Figura 31	Camisa de refrigeración.....	79

Figura 32	Llenadora por gravedad.....	80
Figura 33	Horno Industrial	81
Figura 34	Esterilización de residuos agrícolas	82
Figura 35	Inoculación de hongos	83
Figura 36	Inoculación de hongos en medio líquido	83
Figura 37	Colonización por hongos	84
Figura 38	Embalaje antes del "Autoensamblado"	85
Figura 39	Embalaje después del "Autoensamblado"	85
Figura 40	Embalaje durante el proceso de secado	86
Figura 41	Pieza después del secado	87
Figura 42	Almacenamiento de embalaje biodegradable	87
Figura 43	Esquema de una planta piloto de una empresa de embalajes biodegradables	88
Figura 44	Diagrama de flujo del proceso de fabricación del embalaje biodegradable	89
Figura 45	Diagrama de flujo de entradas y salidas de los procesos en la fabricación del embalaje biodegradable	90
Figura 46	Diagrama de operaciones de procesos de la fabricación de embalaje biodegradable	92
Figura 47	Diagrama de entradas y salidas de factores e impactos ambientales de las actividades del proceso productivo de un embalaje de EPS.....	100
Figura 48	Diagrama de entradas y salidas de factores e impactos ambientales de las actividades del proceso productivo de un embalaje biodegradable	103
Figura 49	Mapa de Rellenos Sanitarios en Perú	106

Figura 50	Porcentaje del cumplimiento de las EFA respecto del manejo de residuos sólidos en el departamento de Arequipa	107
Figura 51	Diagrama de flujo de los procesos de la disposición final del embalaje de EPS	110
Figura 52	Diagrama de operaciones de procesos de la disposición final de un embalaje de EPS	112
Figura 53	Diagrama de flujo de los procesos de la disposición final del embalaje biodegradable.....	113
Figura 54	Diagrama de operaciones de procesos de la disposición final de un embalaje biodegradable	115
Figura 55	Distribución de los impactos del proceso productivo del embalaje de EPS según su clasificación ambiental	136
Figura 56	Distribución de los impactos del proceso productivo del embalaje biodegradable según su clasificación ambiental.....	139
Figura 57	Distribución de los impactos de las actividades en la disposición final del embalaje de EPS	142
Figura 58	Distribución de los impactos de las actividades en la disposición final del embalaje biodegradable	145
Figura 59	Evaluación gráfica de las Interacciones de la matriz de Leopold en la disposición final del embalaje de EPS	154
Figura 60	Evaluación gráfica de las Interacciones de la matriz de Leopold en la disposición final del embalaje biodegradable	155

1. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

En la actualidad los procesos que involucran la combustión de hidrocarburos son unos de los principales causantes de la contaminación ambiental (ANMN, 2015), cada cosa que se haga genera un impacto de manera positiva o negativa, lamentablemente las industrias hacen un uso desmesurado de nuestros recursos naturales no renovables, como el petróleo, haciendo que estos se agoten cada vez más. La tendencia actual de las empresas es de disminuir la cantidad de residuos que generan, reducir las emisiones de sus industrias y utilizar productos sustentables en su cadena de suministro.

En los últimos años la población mundial ha ido aumentando y la generación de basura también, esto trae como consecuencia la contaminación ambiental y deterioro del medio ambiente a causa de las actividades irresponsables realizadas por el hombre que generan emisiones de gases invernadero, según Chandra, Khon, Pawliz, y Grant (2016) “el 30% del volumen de vertederos de basura es espuma de poliestireno expandido, y se estima que el 20% de estos terminan en ríos” (p. 2), debido a que estos desechos no tienen una adecuada disposición final y tardan miles de años en degradarse.

En esta investigación se evaluará si un embalaje biodegradable elaborado con residuos agrícolas, es más sustentable que un embalaje de espuma de poliestireno expandido y si este embalaje biodegradable puede contribuir con el desarrollo sostenible, aportando información para futuras investigaciones en el campo.

1.1 Definición del problema de investigación

Cada cosa que se haga genera un impacto en el medio ambiente, una medida para minimizarlo es buscando nuevas alternativas de producción de embalajes sustentables, ya que en su mayoría, estos son derivados del petróleo el cual es un recurso finito no renovable, por eso este recurso tiene un alto costo debido a que hay mucha demanda de este en comparación de la oferta de este recurso como para ser usado en un embalaje con la finalidad de desecharlo posteriormente; es decir se está desperdiciando un recurso tan escaso como el petróleo, en embalajes que tienen un periodo de uso muy corto para los usuarios de productos, debido a que al comprar o usar el producto solo se valora este y el embalaje es desechado posteriormente.

Se sabe que tanto Perú, especialmente la costa peruana, Sudamérica y muchos países asiáticos producen arroz a gran escala, según el Ministerio de Agricultura y Riego, (MINAGRI, 2015) los principales productores de arroz son: “China, India, Indonesia, Bangladesh, Vietnam, Myanmar y Tailandia, que tienen una producción y consumo del 80% de arroz del mundo” (Producción Mundial, párr. 1); sin embargo un residuo común de esta producción es la cáscara de arroz la cual no tiene ningún valor de cualquier tipo, simplemente es un desecho el cual no es utilizado y no tiene una adecuada disposición final ya que los agricultores incineran la cáscara para reducir su volumen, generando contaminación ambiental, daños a los ecosistemas y afecciones respiratorias, han habido denuncias respecto a la contaminación producida por la quema de este desecho como es el caso de la ciudad de Rio Branco en Brasil, que se denunció en el año 2001 la quema de 45.000 toneladas de cáscara de arroz al año, provocando afecciones respiratorias en la población, para evitar la contaminación ambiental por la incineración de la cáscara de arroz nuevos, es necesario plantear nuevos usos para este problema de contaminación del que pocas personas toman en cuenta; sin embargo ¿Cómo se podría contribuir con la mejora de un problema ambiental como es la quema de los residuos agrícolas?

Una forma de contribuir con la mejora de este problema es buscar un nuevo uso para este desecho como es el caso de esta investigación, que busca encontrar un embalaje biodegradable elaborado a partir de la cáscara de arroz, para que pueda contribuir con la disminución de la quema de la cáscara de arroz y a su vez reducir el uso de un recurso no renovable y contaminante como el petróleo, fundamental materia prima para la elaboración de embalajes de poliestireno.

Un embalaje tiene un uso limitado es decir sólo protege los productos de los golpes que puedan ocasionarse al momento de la carga, descarga y transporte de estos; el usuario del producto solo valora este, pero el embalaje es desechado ya que no tiene un valor para el usuario del producto, por lo tanto se genera un impacto negativo en el medio ambiente, ya que estos embalajes derivados del petróleo, como la espuma de poliestireno expandido (EPS), son desechados y tardan más de 500 años en degradarse.

La presente investigación busca el análisis del proceso de obtención de un embalaje biodegradable y uno de espuma de poliestireno y la comparación del impacto ambiental de ambos, considerando la cáscara de arroz como principal materia prima, para contribuir con el uso de materiales biodegradables y otros residuos agrícolas, los cuales no tiene ningún valor económico, también se utilizarán micelios de hongos; cabe resaltar que la cáscara de arroz es un desecho muy común en las zonas costeras que puede generar una oportunidad de negocio, minimizar el impacto ambiental y contribuir al “desarrollo sostenible”, término referido a la reducción de desperdicios y la conservación de nuestros recursos naturales.

1.2 Formulación del problema

¿El análisis comparativo matricial después de la cuantificación de los impactos permitirá aportar como una propuesta alternativa en la fabricación de embalajes biodegradables?

1.3 Sistematización del problema

¿Se puede valorar el impacto ambiental de un embalaje biodegradable elaborado a partir de residuos agrícolas respecto a un embalaje convencional de espuma de poliestireno expandido en su etapa productiva y su disposición final, usando la metodología de la matriz de Conesa y Leopold?

¿Es posible cuantificar, calificar e identificar los impactos ambientales de la producción de un embalaje de espuma de poliestireno expandido y uno biodegradable elaborado a partir de residuos agrícolas?

¿Es posible cuantificar, calificar e identificar los impactos ambientales de la disposición final de un embalaje de espuma de poliestireno expandido y uno biodegradable elaborado a partir de residuos agrícolas?

¿Se puede analizar y comparar el impacto ambiental que genera el proceso productivo y la disposición final de la espuma de poliestireno expandido respecto a un embalaje biodegradable elaborado a partir de residuos agrícolas utilizando los criterios para la matriz de Conesa y las acciones para la matriz de Leopold?

¿Cómo será la evaluación económica de un embalaje biodegradable versus un embalaje de poliestireno expandido?

1.4 Objetivo general

Analizar comparativamente el impacto ambiental entre dos tipos de embalaje, uno de espuma de poliestireno expandido y un embalaje biodegradable a partir de residuos agrícolas.

1.5 Objetivos Específicos

- Diseñar las matrices de Leopold y Conesa para valorar el impacto ambiental de ambos tipos de embalaje en su etapa productiva y su disposición final.
- Cuantificar, calificar e identificar los impactos ambientales en importancia de la producción de un embalaje de espuma de poliestireno expandido y uno

biodegradable elaborado a partir de desechos agrícolas en un parque industrial usando la matriz de Conesa.

- Cuantificar, calificar e identificar los impactos ambientales en magnitud e importancia en la disposición final del embalaje de espuma de poliestireno expandido y un embalaje biodegradable elaborado con residuos agrícolas en un botadero de basura.
- Analizar y comparar el impacto ambiental del proceso productivo y la disposición final de un prototipo de embalaje biodegradable elaborado a partir de desechos agrícolas con un embalaje convencional de espuma poliestireno expandido a través de una matriz de comparación utilizando los criterios para la matriz de Conesa y acciones para la matriz de Leopold.
- Realizar un análisis económico de un embalaje de espuma de poliestireno versus un embalaje biodegradable.

1.6 Justificación de la investigación

1.6.1 Justificación Teórica

El análisis comparativo del impacto ambiental de un embalajes de espuma de poliestireno expandido y un embalaje biodegradable permitirá dar referencias sobre la sostenibilidad del proceso de elaboración entre ambos tipos de embalaje, mediante la matriz de Conesa y la magnitud e importancia de los impactos causados por cada una de las actividades que involucran la disposición final de estos utilizando la matriz de Leopold.

Con esta investigación se busca comparar el impacto ambiental de la producción de un embalaje biodegradable con la de un embalaje de poliestireno expandido, debido a que para producir un embalaje biodegradable se utilizan sustancias inocuas, orgánicas como materia prima, mientras que para producir uno de espuma de poliestireno expandido se tiene al petróleo como principal materia prima, y un alto consumo energético para producirlo, los cuales generan altas emisiones de dióxido de carbono equivalente (CO₂eq) producidas por la combustión de combustible fósil. Además se

comparará el impacto ambiental de la disposición final de ambos embalajes teniendo al embalaje biodegradable como materia orgánica para abonar el suelo y al de espuma de poliestireno expandido como compuesto químico. Las ventajas de desarrollar un embalaje sustentable biodegradable son:

“El ahorro de energía, la minimización de la contaminación global, la conservación del medio ambiente, la reducción de los costos de recolección, la reducción del volumen de productos sólidos, la remuneración económica por la venta de materiales reciclables, el ahorro de materia prima en la manufactura de productos nuevos, la protección de los recursos renovables y no renovables”. (Pérez, 2012, p. 28)

1.6.2 Justificación Metodológica

Esta investigación tiene un enfoque cualitativo en el cual se usarán herramientas de gestión ambiental para determinar los impactos ambientales. Mediante la matriz de Conesa obtendremos una estimación del impacto ambiental generado por la producción de embalaje biodegradable y un embalaje común de espuma de poliestireno expandido, y posteriormente usaremos la matriz de Leopold para evaluar la magnitud y el impacto de las actividades realizadas en la disposición final de ambos tipos de embalajes, por lo cual se pretende identificar los beneficios de producir embalajes biodegradables a partir de residuos agrícolas como la cáscara de arroz como materia prima, por ser un recurso abundante en nuestra región contribuyendo con el reciclaje de este residuo, retirándolo de la disposición final en los campos agrícolas.

Esta investigación es una herramienta que proporcionará información no sólo a empresas que estén interesadas en el uso de embalajes biodegradables, sino también otorgará una base a futuros investigadores que deseen una profundizar sus conocimientos en el desarrollo de embalajes biodegradable o aprovechamiento de residuos agrícolas y poder innovar en la

fabricación de este tipo de embalaje en nuestro país para que en un futuro los embalajes de espuma de poliestireno expandido sean reemplazados por embalajes biodegradables, como es el caso de la empresa norteamericana Ecovative, dedicada a la producción de productos sustentables y “Eco-Friendly”, a base de residuos agrícolas y micelios de hongos; esta empresa incentiva a realizar algo similar en todos los países del mundo ya que para elaborar estos productos influye la materia prima (desechos de la principal producción agrícola del país), factores climáticos y factores ambientales.

Otra empresa que fabrica productos biodegradables, específicamente vajilla biodegradable (vasos, platos, etc), es la empresa Japonesa Wasara, quienes elaboran productos base de bambú y residuos de la caña de azúcar. (“Ecototal”, 2015)

Estas son algunas empresas que vienen desarrollando productos biodegradables, las cuales se deberían de tomar como ejemplo de innovación, para la fabricación de envases y embalajes biodegradables en un futuro próximo, y a la vez crear una nueva actividad productiva en nuestro país.

1.6.3 Justificación Práctica

En la presente investigación se pretenderá cuantificar los impactos por el excesivo uso del petróleo, y alto consumo energético en la producción de espuma de poliestireno expandido, y compararlos mediante un esquema matricial con los impactos de la producción y disposición final de un embalaje biodegradable.

Con la matriz de Conesa se medirá la intensidad, momento, reversibilidad, acumulación, periodicidad, extensión, persistencia, sinergia, efecto y recuperabilidad, en los diferentes procesos de la fabricación de ambos embalajes, mientras que en la matriz de Leopold se medirá las magnitudes e importancia de las actividades realizadas en el momento de la disposición final de los embalajes.

Hoy en día se vive en un mundo competitivo donde las industrias cada vez aumentan sus estrategias de optimización de costos y procesos para lograr ser una industria sostenible, así como la minimización de sus costos en la cadena de suministro, y de esta manera poder contribuir al cumplimiento de sus objetivos estratégicos, por lo tanto se puede proponer a las empresas el uso de embalajes biodegradables para su uso comercial y así poder reducir a largo plazo el uso de productos contaminantes.

Al utilizar embalajes biodegradables no sólo se contribuye con la reducción de productos elaborados a partir del petróleo, sino también con la obtención de un valor agregado del producto; *ya que este sirve de abono al estar en contacto con la tierra, lo que contribuye a la fertilización de suelos.*

1.6.4 Justificación Personal

La presente investigación busca fomentar la utilización de productos biodegradables y disminuir el uso de la espuma de poliestireno expandido, la cual representa el 30% en los botaderos de basura, debido a que cada vez que compramos algún producto como electrodomésticos, vasos o platos descartables están hechos de este material, el cual no es reciclable y tarda cientos de años en biodegradarse. Al utilizar embalajes biodegradables contribuiremos con la reducción de ese 30% de basura, lo cual aumentará el tiempo de vida de los botaderos, minimizará los impactos negativos en nuestro medio ambiente además de ser útil para la fertilización de los suelos por ser abono al estar en contacto con la tierra, por consiguiente se podrán preservar los recursos no renovables, la salud y el medio ambiente.

1.7 Delimitación del trabajo

Para una mejor apreciación de la siguiente investigación se verán las delimitaciones que son:

1.7.1 Temático

Análisis comparativo del impacto ambiental con la metodología de la Matriz de Leopold, entre un embalaje de espuma de poliestireno expandido y un embalaje biodegradable.

1.7.2 Espacial

La investigación se realizó en la ciudad de Arequipa- Perú a una altitud de 2400 msnm.

1.7.3 Temporal

La investigación se realizó durante 7 meses.

2. CAPÍTULO II: MARCO DE REFERENCIA TEÓRICO

2.1 Antecedentes del tema de investigación

2.2.1 Embalajes sustentables en el mundo

Últimamente existe una mayor preocupación por la contaminación del medio ambiente, cada vez se trata de encontrar nuevas formas de evitar esto, una de estas es la producción de embalajes sustentables biodegradables, es decir productos con materias primas no dañinas para el medio ambiente.

Existen investigaciones acerca del reaprovechamiento de desechos como se detalla a continuación:

2.2.1.1 Mycobond

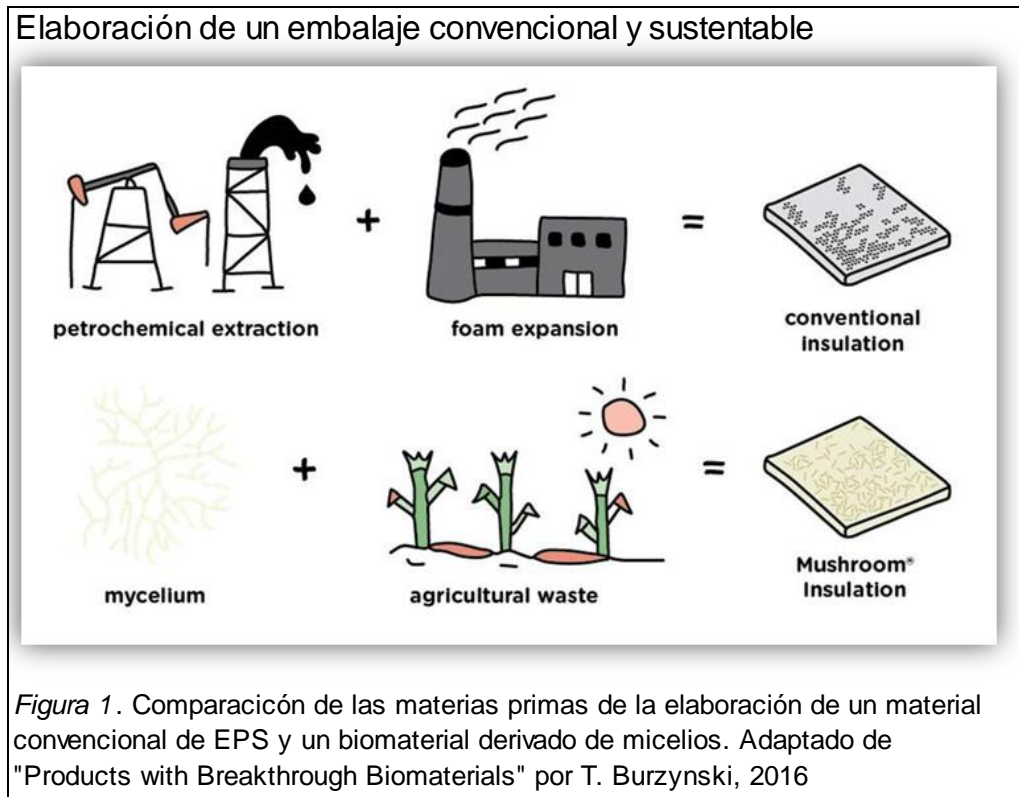
El Mycobond es un producto desarrollado por la empresa Ecovative, una empresa estadounidense a cargo de Eben Bayer y Gavi McIntyre, el cual es un material con propiedades muy similares a la espuma de poli estireno; este material es el resultado de desechos orgánicos y micelios, que forman parte del cuerpo de un hongo, con el cual se puede “cultivar materiales” con propiedades similares al de los materiales tradicionales.

En el proceso de la empresa Ecovative se usa al micelio como pegamento, y al usarlo como pegamento se pueden moldear cosas así como lo hacen en la industria del plástico, y se adquieren productos con propiedades muy diferentes como:

- Aislantes
- Ignífugas
- Resistencia a la humedad
- Barrera de vapor

- Absorción de impactos

Este material se produce a partir de residuos agrícolas y micelios, lo cual significa que es un producto 100% biodegradable.



Si bien en su investigación no indican con mucho detalle el proceso de fabricación, proponen que se realicen investigaciones similares en otros países ya que cada país tiene diferentes materias primas para fabricar embalajes biodegradables.

Según Bayer (2010) el proceso de fabricación de un embalaje biodegradable es la digestión de los residuos por el organismo que está en crecimiento, los cuales en cinco días estarán listos para autoensamblarse y formar un biocompuesto.

2.2.1.2 Papel stretch film a partir del quitosano

Según Carrera (2014) en su tesis titulada: “Estudio de factibilidad para la instalación de una planta procesadora de película plástica (papel stretch film) a partir del quitosano” de la universidad de Guayaquil, tesis desarrollada en el año 2014; en la que se investigó el uso del quitosano (cáscara de camarón) para obtener una película plástica llamada Stretch Film biodegradable. En su investigación se extrajo que el quitosano, permite que la descomposición del plástico se reduzca considerablemente respecto a los plásticos convencionales de PVC.

Esta investigación se realizó para satisfacer la necesidad de la demanda del stretch film usado como empaque para diversos productos.

El proceso descrito en esta investigación es la preparación de una solución formadora de la película (SFP) en la que intervienen los compuestos como quitosano, ácido acético, benzoato de sodio, glicerol, agua; posteriormente se filtra esta solución, luego se mezcla la solución anteriormente obtenida con el glicerol, agua y polietileno de baja densidad (PEBD). Mediante el proceso de extrusión de la mezcla se forma una película que posteriormente se embobina, etiqueta y embala, obteniendo como resultado el papel stretch film obtenido del quitosano.

2.2.1.3 Bioplástico a partir de la cáscara de plátano

En la investigación que realizaron Castillo et al. (2015) titulada “Bioplástico a base de la cáscara de plátano” de la universidad Tecnológica de Panamá, plantean la elaboración de bioplástico a partir de la cáscara de plátano ya que esta contiene el almidón como para producir una película delgada de características, flexibilidad y resistencia similares al plástico.

Se fabricó mediante procesos de pelado, inmersión, rayado, deshidratación, molienda, triturado y tamizado.

Concluyeron que se obtuvo el material sin complicaciones y que pudieron obtener el bioplástico con características físico-químicas favorables.

Estos antecedentes sirven como base para entender esta investigación, ya que, al igual que esta, el objetivo es de aprovechar residuos agrícolas para obtener un producto sustentable, biodegradable con la finalidad de que se pueda reducir en los próximos años el consumo de fuentes no renovables como el petróleo.

2.2.2 Situación actual de los embalajes en el Perú

En el año 2018 entró en vigencia la Ley N° 30884 *Ley que regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartables*. “Esta ley tiene como finalidad contribuir en el equilibrio ambiental y reducir el impacto adverso que tiene el plástico de un solo uso en la basura marina, fluvial, lacustre y en la salud humana y del ambiente.” (El Peruano, 2018, p. 1)

Cabe recalcar que esta reducción se hará de manera progresiva tanto como para las bolsas de plástico como para los envases descartables de poliestireno.

Gracias a la promulgación de esta ley se podrá mitigar el impacto negativo tanto como en nuestro ecosistema y medio ambiente; por lo tanto si el uso del poliestireno estará restringido, se deberá de plantear nuevas alternativas ecológicas y económicas.

2.2.3 Investigación de embalajes sustentables en el Perú

En la actualidad en Perú no se ha realizado una investigación como la de la empresa Ecovative, ni investigaciones similares en la implementación de una industria de bioembalajes producidos a partir de residuos agrícolas y micelios de hongos, sin embargo en el año 2012 se investigó el proceso productivo de plástico ecológico a base de papa por parte de ingenieros de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), en el que desarrollan productos

elaborados a base de almidón de papa; aseguran que es un material biodegradable, su proceso comienza con el corte en trozos de la papa para colocarla en una licuadora para que permita la homogenización de esta, luego se hace la extracción de la humedad del tubérculo, se filtra y se procesa mediante un método de centrifugación para la obtención de almidón; luego un equipo procesa este material para obteniendo como resultado láminas derivadas de la papa.

2.3 Marco Teórico Conceptual

2.3.1 La industria del Poliestireno

El poliestireno expandido (EPS) es un polímero muy usado con un periodo de vida largo y que ocupa un gran volumen, se caracteriza por la protección del producto en el transporte. Según Martínez y Laines (2013):

“Los fabricantes de productos de poliestireno expandido utilizan una densidad mínima de 10kg/m³ y puede variar hasta máximo de 20 kg/m³. Pero al ser almacenada como material de desecho, se obtiene la mitad de la densidad más baja (5kg/m³) debido a que los productos desechados tienen formas diversas que generan muchos espacios vacíos.” (p. 64).

Así también los autores refieren que el EPS “puede ser un problema ambiental si no se reciclan porque es considerado como un material eterno”. (Martínez y Laines, 2013, p. 64)

En el Perú existen industrias dedicadas a la fabricación de productos de poliestireno orientadas diferentes rubros como los que se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1
Productos fabricados con EPS

Construcción Civil	Edificaciones	Envasado y Embalaje	Otros
Pisos		Alimentación	Tablas de surf
Industriales	Aislamiento	Juguetes	Cascos para ciclistas
Cimentación	para edificios	Electrodomésticos	
Barreras Acústicas		Varios	

Nota. Rubros en los que se utiliza la espuma de poliestireno expandido EPS. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019

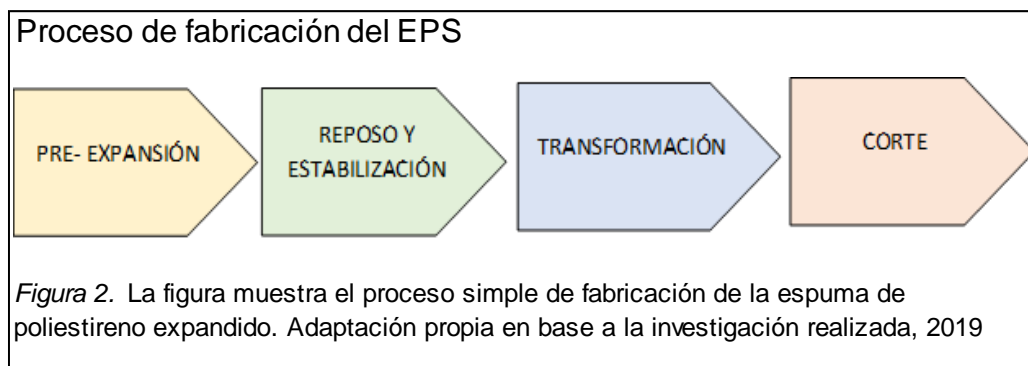
2.3.2 Proceso Productivo del Poliestireno Expandido

Para fabricar el Poliestireno Expandido se necesitan 4 etapas: La primera en la pre- expansión que consiste en introducir perlas de poliestireno en una tolva de acero inoxidable y mediante inyección de vapor de agua esta se expande hasta aumentar 50 veces su volumen, cambiando su densidad. Según “Empolime” (2012), Industria dedicada a la fabricación de productos de Poliestireno Expandido, “la densidad baja de 630 kg/m³ a densidades que oscilan entre los 10 - 30 kg/m³”. (Preexpansión, párr. 2)

La segunda etapa es la de reposo y estabilización donde se deja descansar por 12 horas el producto en silos para su estabilización física y mecánica.

La tercera etapa es la de transformación donde el producto es introducido en moldes cerrados por un sistema de aire, luego mediante vapor caliente estas perlas se vuelven a expandir dentro del molde adoptando su forma.

La Cuarta etapa es la de corte donde, como su nombre lo dice, el producto final es cortado en una mesa de corte mediante alambres incandescentes, en planchas listas para la venta. (“Empolime”, 2012)



2.3.3 La Industria del Plástico

El Poliestireno Expandido (EPS) al ser un derivado del petróleo, está considerado dentro de la industria de plástico.

En el Perú hay muchas industrias de plástico, estas en la actualidad están atravesando una crisis, según Eduardo Farah, el presidente de la Asociación Peruana de la Industria Plástica (APIPLAST), debido a que cada vez es más difícil competir con productos de origen chino que son más económicos.

La Revista Institucional de la Sociedad Nacional de Industrias: Industria Peruana (2014) refiere que las industrias peruanas de productos plásticos no pueden controlar la preferencia por los insumos importados de las industrias petroquímicas, además de verse afectados por el precio del petróleo.

En la Tabla 2, adaptada del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2018) se puede observar la producción nacional de octubre del 2018 para el subsector Fabril no primario; la fabricación de productos de plásticos creció un 8,57%.

Tabla 2

Producción Nacional de Octubre del 2018 para el subsector Fabril no primario

Actividad	Ponderación	Valoración porcentual	
		Octubre	Enero-Octubre
Sector Fabril No Primario	75.05	6.52	3.72
Bienes de Consumo	37.35	4.59	2.62
Fabricación de prendas de vestir, excepto prendas de piel	6.77	14.23	8.89
Fabricación de joyas y artículos conexos	0.44	129.12	51.39
Elaboración de aceites y grasas de origen vegetal y animal	1.56	24.58	3.56
Fabricación de jabones y detergentes preparados para limpiar y perfumes	2.88	12.95	3.4
Elaboración de productos lácteos	1.86	14.93	2.11
Elaboración de vinos	0.15	96.59	48.53
Fabricación de artículos confeccionados de materiales textiles, excepto prendas de vestir	0.45	35.34	2.49
Elaboración y conservación de frutas, legumbres y hortalizas	1.61	-17.28	6.08
Fabricación de calzado	1.23	-32.09	-26.26
Bienes Intermedios	34.58	5.75	4
Aserrado y acepilladura de madera	2.26	31.01	22.76
Fabricación de partes, piezas y accesorios para vehículos automotores	0.49	99.17	15.29
Fabricación de productos de plástico	3.08	8.57	5.01

Nota. En este cuadro podemos comparar el crecimiento de la fabricación de productos plásticos respecto a otros bienes. Adaptado de "Informe técnico N°12 - Producción Nacional" por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018.

Por otro lado a pesar de que se promociona muchas veces que el plástico es biodegradable, esto no se cumple en la realidad, según Moro (2013):

“Uno de los problemas de los plásticos es su carácter no biodegradable. Una alternativa son los bioplásticos, obtenidos a partir de almidón de maíz o patata; a diferencia de los procedimientos del petróleo, los bioplásticos se degradan de modo relativamente rápido (a la velocidad de la celulosa), con lo que es posible fabricar compost con ellos”. (p. 153).

En la actualidad en el Perú no existen industrias de plásticos 100% biodegradables, pero si oxo-biodegradables como la empresa Degradable ubicada en la ciudad de Lima. Las empresas dedicadas a la producción de

plásticos oxo-biodegradables usan aditivos en el plástico, como el d2w (tecnología que controla la vida útil de plástico).

Los plásticos oxo-biodegradables tienen características similares a las de un producto biodegradable, pero no a un 100%; la diferencia es que un plástico oxo-biodegradable está hecho a partir de petróleo y se degradan por proceso de oxidación produciendo el fraccionamiento del polímero.

A pesar de la utilización de este aditivo en la fabricación de productos plásticos, están incluyendo petróleo dentro de la materia prima.

Según la Sociedad Nacional de Industrias, (2014) Eduardo Farah representante del sector plásticos en el Perú; las bolsas de los supermercados no son biodegradables, a pesar de que en la bolsa está impreso lo contrario.

El empresario y representante del sector plásticos, afirmó que los productos oxo-biodegradables sólo se degradan en condiciones ambientales favorables para este, lo cual solo ocurriría en un laboratorio además que importar productos biodegradables triplicaría el costo de la producción de los plásticos.

No existe mucha información al respecto de que si los plásticos oxo biodegradables son amigables con el medio ambiente o no, a pesar de que la European Bioplastics (EB), sostiene que estos plásticos no cumplen con la Norma de Compostabilidad EN 13432 ya que estos se descomponen mediante fragmentación simple y esta norma no lo acepta.

Sin embargo al ser un subproducto del petróleo es contaminante, nocivo para la salud y al producir este tipo de plásticos seguimos dependiendo de un recurso no renovable.

Para producir bioplásticos se debe de cumplir con las especificaciones de las normas certificadas de biodegradabilidad y compostabilidad dependiendo del país, algunas normas son:

- Estados Unidos: ASTM D-5488

- Europa: EN 13432
- Australia: AS 4736-2006
- Argentina: IRAM 29421

En cuanto a plásticos y embalajes, en el Perú contamos con las siguientes normas técnicas:

Tabla 3
Normas Técnicas Peruanas de plásticos y embalajes

NTP	Nombre
NTP 900.077 – 2014: PLÁSTICOS	Plásticos reciclados. Trazabilidad y evaluación de conformidad del proceso de reciclado de plásticos y del contenido de material reciclado en el producto final. 1° edición
NTP 900.079 – 2015: ENVASES Y EMBALAJES	Guía terminológica en el campo de biodegradabilidad.
NTP 900.080 – 2015: ENVASES Y EMBALAJES	Requisitos de los envases y embalajes biodegradables. Programa de ensayo y criterios de evaluación de biodegradabilidad.

Nota. Normas Técnicas Peruanas relacionadas a plásticos y embalajes.
Adaptado de "Normas 2015" por Ministerio del Ambiente, 2015

El material biodegradable objeto de estudio de la presente investigación, no se rige ante alguna norma nacional o internacional; sin embargo este embalaje biodegradable a partir de desechos agrícolas puede cumplir con las mismas funciones del poliestireno y es favorable para el medio ambiente.

2.3.4 El embalaje en la industria

El embalaje hoy en día es muy utilizado por la mayoría de industrias para la protección del producto. Vidales (2007) refiere que el embalaje agrupa de

manera conjunta envases individuales para proporcionar facilidades en el transporte del producto y la carga, descarga o almacenamiento de este.

Actualmente la grandes industrias como Dell, Procter & Gamble, The Coca Cola Company, Nestlé, entre otras están incluidas en la Alianza para el Bioplástico (BFA), estas industrias prefieren cada vez más, utilizar empaques y embalajes sostenibles para contrarrestar el impacto ambiental y ser empresas sostenibles.

Los embalajes independientemente del material que sea; cumplen con las mismas funciones como la protección del producto contra agentes externos, cuida de las modificaciones en las características del producto, son excelentes protectores de golpes y caídas, y facilita el transporte.

Embalaje biodegradable usado por DELL



Figura 3. Embalaje biodegradable usado por la empresa DELL.
Adaptado de "Press Kit" por Ecovative Design, 2016

2.3.5 Clasificación del embalaje

El embalaje se clasifica según diferentes criterios según su función, destino final, contacto con el producto y uso.

2.3.5.1 Según su función

A. Embalaje de Expedición

Según el Ministerio de Educación y Cultura de España (1998) debe de proteger el producto, facilitar el transporte y la venta del mismo.

B. Embalaje de Venta o Presentación

“Debe de cumplir con dos fines fundamentales: atraer potenciales compradores/consumidores e impedir que el producto sufra alteraciones durante el proceso de distribución y consumo.” (Ministerio de Educación y Cultura, 1998, p. 111)

2.3.5.2 Según su destino final

A. Embalaje con retorno

“Son aquellos que son recuperados e introducidos en el mercado.” (Ministerio de Educación y Cultura, 1998, p. 111)

B. Embalajes desechables

“Son aquellos que no se recuperan y que traen consigo un grave problema ecológico, además de higiénicos, sociales y estéticos.” (Ministerio de Educación y Cultura, 1998, p. 111)

2.3.5.3 Según su contacto con el producto:

A. Primario

Se refiere a aquel material que está junto con el producto y se equipara al envase del mismo. (De Diego, 2015)

B. Secundario

Se puede quitar del producto puesto que no afecta las características del mismo, así también es considerado un embalaje secundario y protege al embalaje primario y finalmente permite agrupar a las unidades en el punto de venta. (De Diego, 2015)

C. Terciario

Es utilizado en el transporte de la mercadería para evitar que esta se estropee cuando es movilizada. (De Diego, 2015)

2.3.5.4 Según su uso:

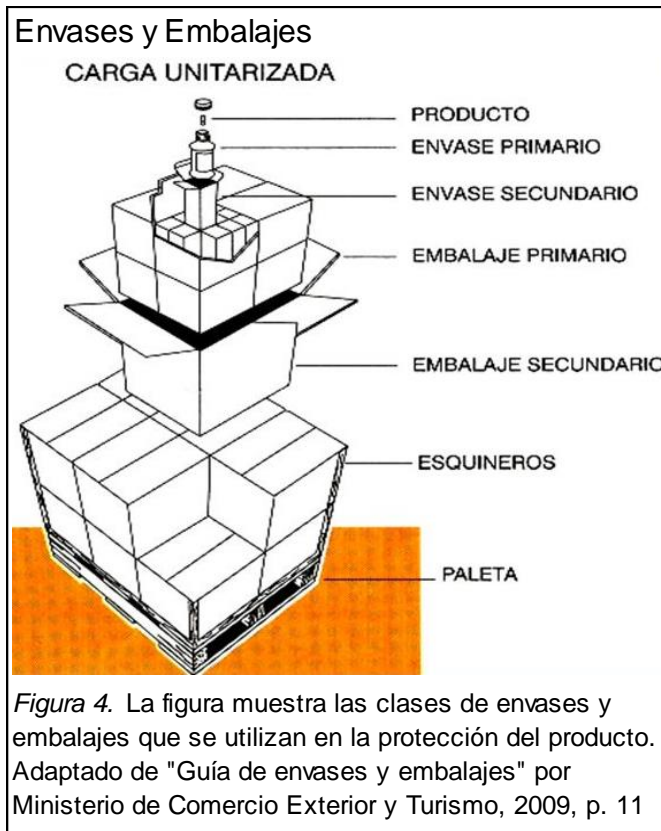
A. Embalajes de consumo

“Se usan para los bienes de consumo y suelen acabar en el domicilio del comprador”. (Ministerio de Educación y Cultura 1998, p. 112)

B. Embalajes industriales o comerciales

“Se utilizan en las industrias, comercios, y servicios”. (Ministerio de Educación y Cultura 1998, p. 112)

Las clasificaciones mencionadas anteriormente nos muestran las distintas clases de embalajes que existen, pero estos tienen el mismo fin que es proteger el producto y asegurar que este llegue en buenas condiciones al usuario final.



2.3.6 Diseño del embalaje

Según Vidales (2007) para diseñar un nuevo embalaje es necesario que cumpla con las funciones mencionadas a continuación:

- **Proteger:** La protección puede ser de dos tipos; contra riesgos físicos y mecánicos a la hora de transportar el producto; y contra factores del medio ambiente, como lluvia, vapor, etc.
- **Facilitar el transporte del producto:** transporta el producto en mejores condiciones, y hace que el producto sea más fácil de manipular y contar.

La industria debe de adaptarse a las nuevas tendencias globales, como adoptar embalajes que cumplan con las características mencionadas, añadiendo valor agregado para el producto, ofreciendo un producto competitivo y captando la atención de clientes potenciales.

Un buen diseño de embalaje permitirá que los clientes tengan un buen concepto de la empresa de donde viene el producto, si llega a sus manos un embalaje atractivo, el cliente podrá percibir el mensaje que la empresa desea transmitir.

2.3.7 Eco diseño

Es una nueva alternativa para diseñar productos que sean amigables con el medio ambiente, ya que hoy en día existe una mayor preocupación por la contaminación del medio ambiente y la velocidad en la que este se está deteriorando; es por eso que muchas empresas desean contribuir con la minimización de la contaminación y están optando por productos eco amigables.

El objetivo de un eco diseño es minimizar el impacto ambiental, al ser un producto durable con ventajas ecológicas como el uso de materias primas renovables la durabilidad del producto y el respeto por el medio ambiente

Según Aranda y Zabalza (2010) los criterios se basan en “el diseño de productos orientados hacia la durabilidad, reparabilidad, actualización y reciclado”. (p. 29)

Los beneficios de desarrollar un eco diseño en la fabricación de un producto son los siguientes:

- Cumplir con la legislación ambiental
- Aumentar la calidad del producto
- Reducción de costes
- Reducir el impacto ambiental
- Mejorar la imagen empresarial y del producto
- Satisfacer la demanda de los consumidores
- Innovar

- Distintivo frente a la competencia.

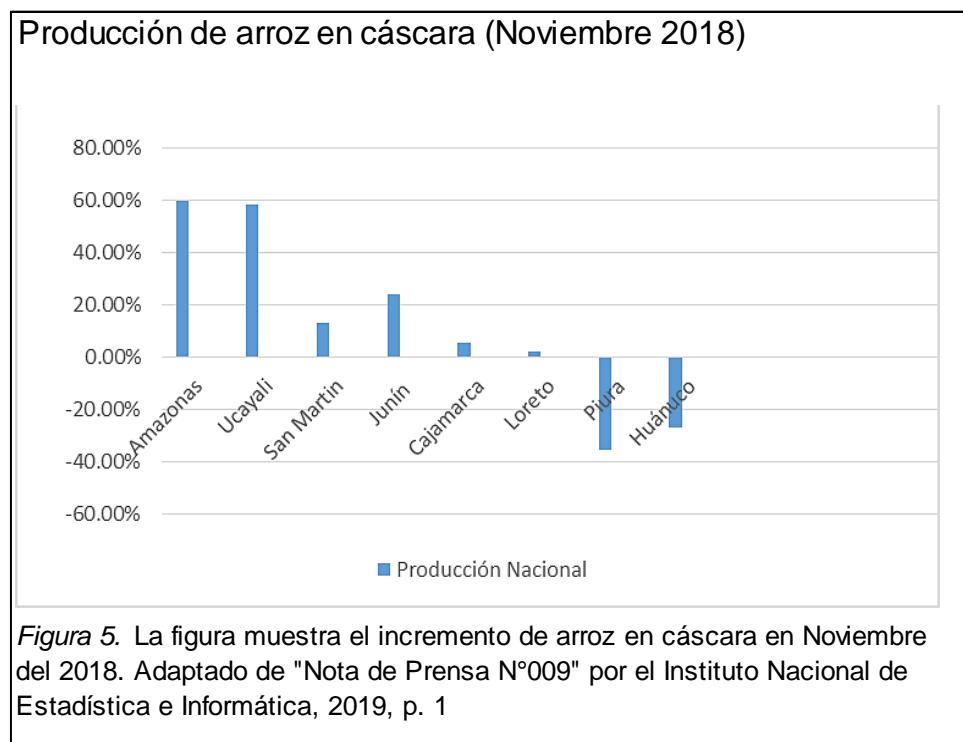
(Bureau Veritas Formación, 2008, p. 759)

Otras ventajas que trae el eco diseño son la mejora de rentabilidad del producto por su bajo costo, marketing verde, responsabilidad social, respeto por el medio ambiente y un aumento de la ventaja competitiva.

Estas son algunas de las ventajas que trae consigo la producción con eco diseño, aparte de que tiene muchos beneficios a la industria, esta contribuirá con la reducción de la huella ecológica del producto.

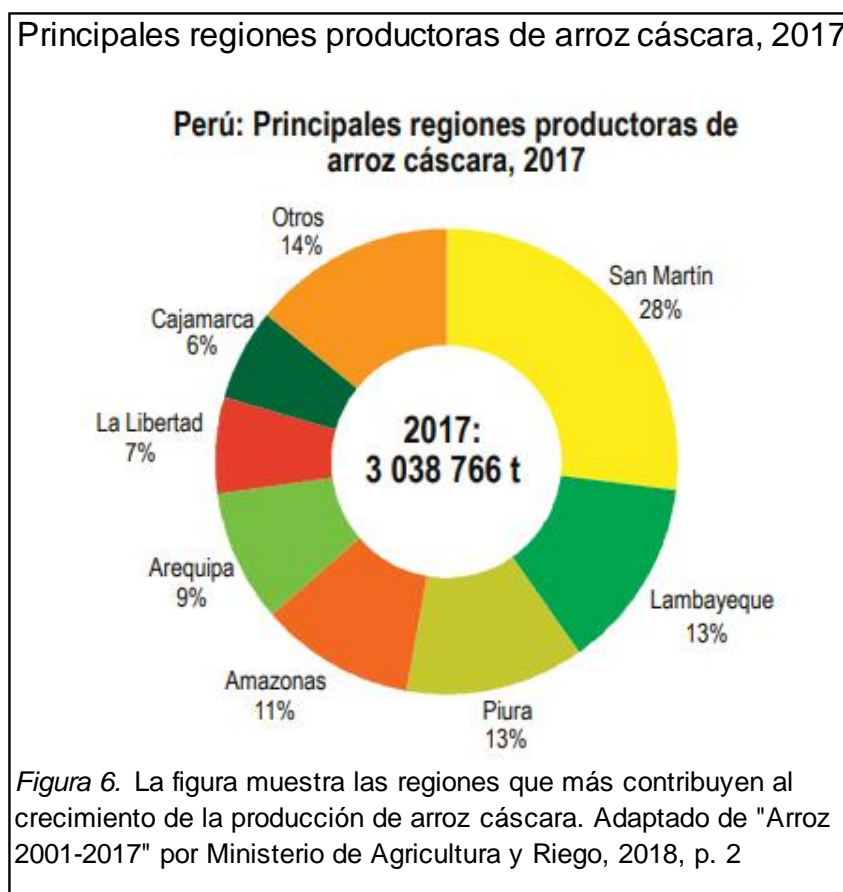
2.3.8 Problemática de la cáscara de arroz

La producción de arroz es importante e imprescindible en el Perú, el arroz forma parte de la alimentación básica para muchos peruanos; según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), en noviembre del 2018 la producción de arroz en cáscara totalizó 171 mil 207 toneladas y aumentó en 19,2% respecto al mismo mes del año anterior. (INEI, 2019)



Según el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI, 2018) “La producción del arroz cáscara creció a un ritmo de 2,4% anual del 2001 al 2017. El año 2001 se produjeron 2 millones 28 mil toneladas, y el año 2017 se llegó a los 3 millones 39 mil toneladas.” (Producción, párr. 1)

Las principales regiones que contribuyeron a este crecimiento se verán reflejadas en el siguiente gráfico:



Con estas cifras se puede afirmar que la producción de arroz en el país es buena, pero esto trae consigo a un aumento de la cáscara de arroz, que con posterioridad será quemada por agricultores debido a que ocupa espacio en sus terrenos o simplemente no les dan otros usos, a pesar de que en Perú se cuenta con un Plan Nacional de Agroenergía que promueve la obtención de bioenergía a través de residuos.

2.3.9 Uso de la cáscara de arroz como materia prima

Como se mencionó anteriormente el Perú cuenta con un Plan Nacional de Agroenergía, en el que se promueve el aprovechamiento de residuos como cebada, bagazo de caña, residuos de arroz, trigo entre otros. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2010) “De la biomasa consumida actualmente, sin embargo la única destinada a la generación de energía eléctrica a través de turbinas de vapor en calderas acuotubulares, es el bagazo de caña”. (p. 36)

Según la propuesta del MINAGRI (2009) en el Plan Nacional de Agroenergía (2009-2020) los tipos de energía que incluyen como materia prima la cáscara de arroz son:

Tabla 4

Tipos de energía con cáscara de arroz como materia prima

Tipo	Materia Prima	Zonas de producción	Usos
Líquido	Etanol	Residuos agrícolas como cáscara de arroz, caña de azúcar entre otros.	Bio Combustible
Sólidos	Residuos Agrícolas	Residuos agrícolas como la caña de azúcar, arroz, entre otros.	Generación de la electricidad por la combustión de los residuos

Nota. Tipos de agroenergía utilizando la cáscara de arroz como materia prima. Adaptado de "Propuesta Plan Nacional de Agroenergía 2009 - 2020" por Ministerio de Agricultura y Riego, MINAGRI, 2009, p. 6.

2.3.10 Problemática de la disposición final del poliestireno expandido

Respecto a la disposición final del poliestireno expandido, en el Perú no existe una planta de reciclaje de poliestireno; si bien el poliestireno expandido es reciclable, el tratamiento para reciclarlo no es rentable ya que es muy costoso debido a la serie de tratamientos que se le hacen.

Por otro lado en el Perú la cultura de reciclaje no es tan buena como en países desarrollados, por lo tanto fomentar al reciclaje de poliestireno sería aún mucho más difícil.

2.3.11 Problemática sobre la industria del embalaje

2.3.11.1 Sobre Empaque

Los embalajes son una parte importante de la cadena de suministro de las industrias, pero hoy en día para estas existe un cambio externo que tiene un impacto en las gestiones de las industrias, debido a la preocupación de las personas por el impacto que tienen los embalajes en el medio ambiente.

Muchos de los productos que se compran usualmente están sobre empacados, es decir cuando se compran diferentes productos de cualquier tipo vienen con su propio empaque de fábrica como los embalajes de poliestireno dentro de una caja y adicionalmente a estos se les pone una bolsa al comprarlos en las tiendas, en otras palabras el producto tiene una empaque dentro de otro, por lo que se genera una mayor cantidad de basura debido a la acumulación de bolsas, las cuales son desechadas posteriormente, tardando cientos de años en degradarse; simplemente se puede disminuir este problema no aceptando bolsas adicionales al momento de comprar los productos o aceptándolas en el caso de que sea sumamente necesario, otra alternativa es la de reutilizar las bolsas de plástico para evitar la contaminación de suelos.

2.3.11.2 Agotamiento de recursos

Cada vez más hay mayor dependencia del petróleo, ya sea para la fabricación de plásticos, combustible entre otros usos; no se puede negar que el uso del petróleo ha traído consigo el desarrollo de la humanidad, principalmente al usarlo como fuente de energética, sin embargo trajo una mayor contaminación, deteriorándose cada vez más el planeta e incluso la salud de las personas por las emisiones que se producen, cada vez

aumenta el consumismo, la población crece y el uso del petróleo también, por lo que se generará algún día una crisis del petróleo que traerá como consecuencia un increíble aumento del precio, por lo que se tendrá que buscar nuevas alternativas para la fabricación de productos, e inclusive nuevas fuentes de energía.

La crisis del petróleo podría ser beneficiosa para el planeta en el sentido de que contrarrestaría la contaminación del planeta; pero a la vez tendríamos que aprender a vivir de manera distinta.

2.4 Hipótesis de la investigación

Si en el análisis matricial comparativo encontramos una diferencia significativa, entonces la fabricación y la disposición final de un embalaje de espuma de poliestireno expandido es significativamente más contaminante que el embalaje biodegradable elaborado a partir de residuos agrícolas.

2.5 Mapa Mental

Mapa mental

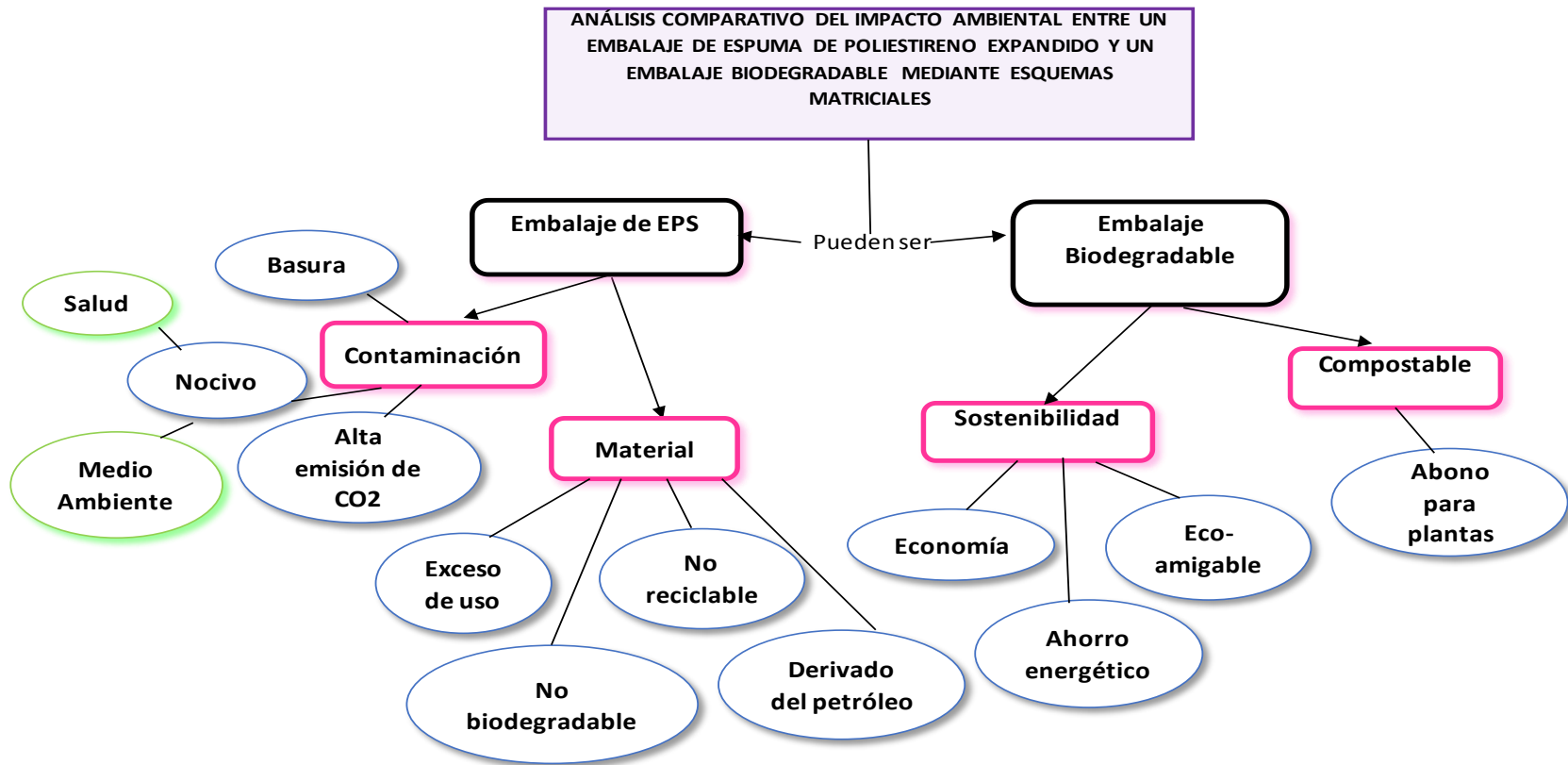


Figura 7. La figura muestra el mapa mental de la presente investigación. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019.

3. CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Diseño de la Investigación

En esta investigación se determinó que es de tipo no experimental de diseño transversal descriptivo, que tiene por objetivo indagar la incidencia y los valores en los que se manifiesta una o más variables.

3.2 Tipo de Investigación

El tipo de investigación es descriptiva, porque busca describir los riesgos ambientales que ocasionan la producción y disposición final de un embalaje de espuma de poliestireno expandido y un embalaje biodegradable.

3.3 Levantamiento de datos

El levantamiento de datos se realizará en base a la resolución de los métodos establecidos por la matriz de Conesa en el proceso productivo, en los que se cuantifican intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación, efecto y periodicidad, para establecer la importancia del impacto en los criterios; y por la matriz de Leopold en la disposición final en los que se cuantificarán los criterios de magnitud e importancia a través de las acciones tierra, agua, atmósfera, procesos, flora, fauna, usos del territorio, recreativos, estéticos, nivel cultural, servicios e infraestructura, relaciones ecológicas, entre otros.

3.4 Análisis de datos

El análisis de datos se realizará en base a la cualificación y cuantificación de los criterios y acciones para poder tener un mejor entendimiento de los posibles impactos ocasionados en los aspectos productivos y su disposición final.

Los datos y resultados se presentarán a través de matrices, y dispersión de puntos para comprobar la hipótesis planteada.

3.5 Matriz de Consistencia

Tabla 5
Matriz de Consistencia

TÍTULO:		"Análisis comparativo del impacto ambiental entre un embalaje de espuma de poliestireno expandido y un embalaje biodegradable mediante esquemas matriciales"			
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS PRINCIPAL	VARIABLE S DEPENDIENTE S	INDICADORES	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
¿El análisis comparativo matricial después de la cuantificación de los impactos permitirá aportar como una propuesta alternativa en la fabricación de embalajes biodegradables?	Analizar comparativamente el impacto ambiental entre dos tipos de embalaje, uno de espuma de poliestireno expandido y un embalaje biodegradable a partir de residuos agrícolas.	Si en el análisis matricial comparativo encontramos una diferencia significativa, entonces la fabricación y la disposición final de un embalaje de espuma de poliestireno expandido es significativamente más contaminante que el embalaje biodegradable elaborado a partir de residuos agrícolas.	Importancia	Importancia del impacto según intensidad (IN), momento (MO), reversibilidad (RV), acumulación (AC), periodicidad (PR), extensión (EX), persistencia (PE), sinergia (SI), efecto (EF), recuperabilidad (MC).	Diseño no experimental
			Magnitud	Según la magnitud e importancia de las acciones a través de factores ambientales como: tierra, agua, atmósfera, procesos, aspectos culturales, etc).	
SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLE S INDEPENDIENTE S		
¿Se puede valorar el impacto ambiental de un embalaje biodegradable elaborado a partir de residuos agrícolas respecto a un embalaje convencional de espuma de poliestireno expandido en su etapa productiva y su disposición final, usando la metodología de la matriz de Conesa y Leopold?	Diseñar las matrices de Leopold y Conesa para valorar el impacto ambiental de ambos tipos de embalaje en su etapa productiva y su disposición final.		Espuma de Poliestireno Expandido (EPS)		
			Embalaje biodegradable		
¿Es posible cuantificar, calificar e identificar los impactos ambientales de la producción y la disposición final de un embalaje de espuma de poliestireno expandido y uno biodegradable elaborado a partir de residuos agrícolas?	Cuantificar, calificar e identificar los impactos ambientales en importancia de la producción de un embalaje de espuma de poliestireno expandido y uno biodegradable elaborado a partir de desechos agrícolas en un parque industrial usando la matriz de Conesa.				
¿Se puede analizar y comparar el impacto ambiental que genera el proceso productivo y la disposición final de la espuma de poliestireno expandido respecto a un embalaje biodegradable elaborado a partir de residuos agrícolas?	Cuantificar, calificar e identificar los impactos ambientales en magnitud e importancia en la disposición final del embalaje de espuma de poliestireno expandido y un embalaje biodegradable elaborado con residuos agrícolas en un botadero de basura.		VARIABLE INTERVINIENTE		
¿Se puede analizar y comparar el impacto ambiental que genera el proceso productivo y la disposición final de la espuma de poliestireno expandido respecto a un embalaje biodegradable elaborado a partir de residuos agrícolas utilizando los criterios para la matriz de Conesa y las acciones para la matriz de Leopold?	Analizar y comparar el impacto ambiental del proceso productivo y la disposición final de un prototipo de embalaje biodegradable elaborado a partir de desechos agrícolas con un embalaje convencional de espuma poliestireno expandido a través de una matriz de comparación utilizando los criterios para la matriz de Conesa y acciones para la matriz de Leopold.				
¿Cómo será la evaluación económica de un embalaje biodegradable versus un embalaje de poliestireno expandido?	Realizar un análisis económico de un embalaje de espuma de poliestireno versus un embalaje biodegradable				

Nota. Matriz de consistencia. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019

3.6 Metodología para el desarrollo de la investigación

Las herramientas de ingeniería que se utilizarán en la presente investigación son las siguientes:

3.6.1 Análisis Externo PESTEL

Esta herramienta será utilizada para analizar el entorno de los productos que son objeto de estudio en base a los siguientes factores:

- Político
- Económico
- Social
- Tecnológico
- Ecológico
- Legal

3.6.2 Análisis Causa – Efecto

El análisis causa efecto es la representación de la relación entre los elementos (Causas) que contribuyen a la generación de un problema (Efectos).

La herramienta que se utilizará es el árbol de problemas, según Silva (2003) es una herramienta de varias posibilidades, la cual ofrece métodos muy flexibles y eficientes.

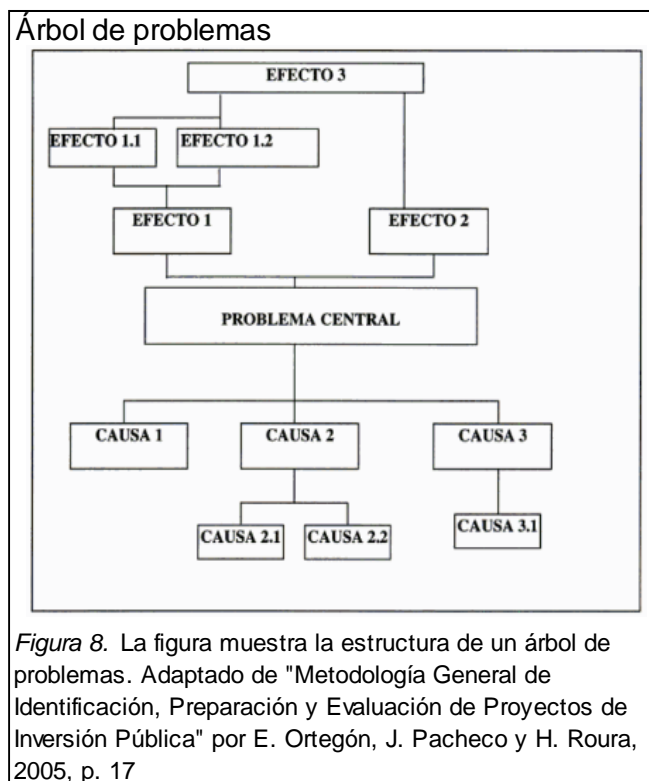
Para construir este árbol se sugieren los siguientes pasos:

Por medio de una lluvia de ideas se analizan e identifican los principales problemas de la situación planteada para luego definir los efectos más importantes del problema y verificar su importancia, posteriormente se anotan

las causas del problema para luego asociar las causas y efectos al problema a través del árbol.

Para la elaboración del árbol de causas y efectos se debe:

- Formular el problema negativamente
- Solo hay un problema central relacionado con causas y efectos
- La ausencia de una solución no es un problema



3.6.3 Análisis de producto

En la presente investigación se realizará un análisis de producto haciendo uso de un diagrama comparativo en el cual se analizarán los siguientes factores:

- Morfológico
- Funcional

- Estructural
- Funcionamiento

3.6.4 Análisis de proceso

3.6.4.1 Diagrama de flujo de procesos



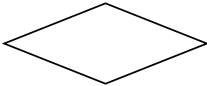



El diagrama de flujo de procesos es una herramienta que utiliza diversos símbolos para representar la secuencia de un proceso, Palacios (2009) afirma que:

“El diagrama de flujo representa procesos complejos donde se toman decisiones y estas derivan en otras acciones, esta herramienta guía la ejecución del proceso de manera ordena y esquemática de tal manera que nos permite observar la secuencia lógica del proceso. Este diagrama además de identificar los aspectos más relevantes del proceso facilita el análisis de los procesos y el mejoramiento de los mismos.” (p. 95)

La simbología básica del diagrama de flujo se muestra en la Tabla 6

Tabla 6

Simbología básica del diagrama de flujo

SÍMBOLO	NOMBRE DE SÍMBOLO	FUNCIÓN
	TERMINAL	Indica la iniciación y terminación del proceso
	OPERACIÓN	Representa la acción necesaria para transformar una información recibida o crear una nueva.
	ALTERNATIVA	Indica los posibles caminos alternativos; la tendencia es suprimir cada vez más este símbolo ya que se considera que el proceso de diseño de manera correcta.
	DOCUMENTO	Representa cualquier tipo de información que se utilice en el proceso y aporta información adicional para que se desarrolle el documento; si tiene copias se ubica el original en primera instancia.
	CONECTOR DE RUTINA	Representa una conexión o enlace en un paso final de página con otro paso dentro de la misma página. Lleva un número insertado.
	CONECTOR DE PÁGINA	Representa una conexión o enlace en un paso final de página con otro paso en el inicio de la página siguiente.

Nota. Simbología básica de los diagramas de flujo. Adaptado de "Ingeniería de métodos movimientos y tiempos" por L. Palacios 2009, *ECOE Ediciones*, p.84.

3.6.4.2 Diagrama de operaciones de Procesos

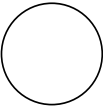

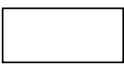

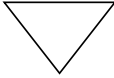
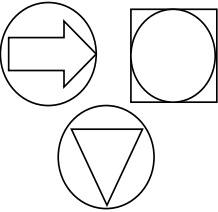
Es la representación gráfica de las fases desarrolladas en la ejecución de una actividad. Este diagrama muestra los materiales que entran en el proceso, operaciones realizadas y el orden de ensamblado. (Palacios, 2009)

Este diagrama nos permite observar y entender rápidamente a través de símbolos las operaciones, transportes, inspecciones, esperas, almacenamientos, operaciones combinadas del proceso productivo.

La simbología básica del diagrama de operaciones se muestra a continuación en la Tabla 7.

Tabla 7

Simbología básica del diagrama de operaciones

SÍMBOLO	NOMBRE DE SÍMBOLO	FUNCIÓN
	OPERACIÓN	Tiene lugar cuando se cambia intencionalmente un objeto en cualquiera de sus características físicas o químicas, es montado o desmontado de otro objeto o se arregla o prepara para otra operación.
	TRANSPORTE	Ocurre cuando un objeto es movilizado de un lugar a otro, excepto cuando dichos traslados son parte de la operación o bien son ocasionados por el operario en el punto de trabajo durante una operación o inspección.
	INSPECCIÓN	Tiene lugar cuando un objeto es examinado para su identificación, medición, recuento o para clasificar o verificar su calidad conforme a las normas.
	ESPERA	Ocurre cuando las condiciones no permiten una inmediata realización de la acción siguiente. También es llamado demora
	ALMACENAMIENTO	Cuando un objeto se mantiene y protege contra un traslado no autorizado.
	ACTIVIDAD COMBINADA	Cuando se ejecutan dos actividades al mismo tiempo o en el mismo lugar de trabajo y se convierte en una sola actividad.

Nota. Simbología básica del diagrama de operaciones. Adaptado de "Ingeniería de métodos movimientos y tiempos" por L. Palacios 2009, ECOE Ediciones, p.79.

3.6.4.3 Diagrama de flujo de entradas y salidas

Según Yaque (2014) con respecto al diagrama de flujos y salidas, este está representado por rectángulos o bloques conectados por flechas que indican la secuencia del proceso. Con este diagrama podemos resumir de manera

gráfica las diferentes operaciones que se producen en el proceso dándonos una idea general y simplificada de estos sin detallarlos, las flechas pueden representar las entradas de materias primas (flechas a la izquierda) y las salidas (flechas a la derecha) subproductos del proceso.

3.6.5 Análisis económico

3.6.5.1 Análisis de costos

El análisis de costos depende de los costos y gastos variables, fijos y totales.

- **Costos Variables:** “Estos están relacionados con el volumen de producción, es decir están en relación al volumen de ventas. Estos costos incluyen materiales directos e indirectos entre otros que dependen de la producción. En cuanto a gastos variables están en proporción a las ventas realizadas.”
- **Costos Fijos:** “Estos costos y/o gastos son relativamente estáticos y no están relacionados con el volumen de producción.” (Córdoba, 2012, p. 155)

3.6.5.2 Punto de equilibrio

El punto de equilibrio ayuda a planificar un buen plan comercial, según Córdoba (2012), la definición es la siguiente:

“El punto de equilibrio es el momento en que el gasto o costo total es cubierto por el ingreso total. Por encima de este volumen registramos una utilidad y si está por debajo se registra una pérdida. Si el punto de equilibrio sufre algunas variaciones podría deberse al aumento o disminución de los costos fijos, costos variables o del precio unitario”. (p. 159)

El punto de equilibrio está representado por la siguiente fórmula:

$$P.E = \frac{CF}{P - CV}$$

Dónde:

CF: Costos fijos

P: Precio unitario

CV: Costos variables unitarios

3.6.5.3 Flujo de caja

El flujo de caja es el movimiento del efectivo en las operaciones del negocio, los inversionistas lo toman como un indicador para la facilitación de la toma de decisiones.

Según Córdoba (2012) se debe de tomar en cuenta que el flujo de caja tiene las siguientes características:

- Es una importante herramienta de gestión empresarial
- Tiene un acumulado real y una proyección
- Mide la capacidad de pago de una empresa
- Alerta necesidades de financiamiento.
- Establece estándares para control posterior
- Registra los ingresos y egresos de efectivo
- Refleja los movimientos de operaciones, financiamiento e inversiones.

- Este factor es importante para demostrar la liquidez de la empresa.
(p. 199)

3.6.6 Análisis de aspectos ambientales

3.6.6.1 Matriz de Leopold

La Matriz de Leopold tiene como objetivo identificar, predecir y evaluar los impactos ambientales de las actividades de un proyecto. Esta metodología permite la interacción de las acciones del proyecto en un eje y de los factores ambientales que podrían ser afectados en el otro eje, la interacción de ambas determinaría los posibles impactos.

Según Leopold (1971) esta matriz permite estimar subjetivamente los impactos a través de una escala numérica en la que cada casilla es dividida con una línea diagonal y es evaluada según:

- **Magnitud:** La magnitud va del 1 al 10 siendo 1 la alteración mínima y 10 la alteración máxima de los factores ambientales considerados, Este número se anota en la parte superior de la casilla
- **Importancia:** La importancia da el peso relativo que tiene el factor ambiental dentro del proyecto. Este número va anotado en la parte inferior de la casilla. Este valor siempre es positivo. El rango va del 1 al 10.
- **Naturaleza del Impacto:** Si este es (+) el impacto es beneficioso y si es (-) es perjudicial para el medio ambiente.

Cuando se quiere determinar el valor de la casilla se debe de multiplicar ambas calificaciones, luego seleccionar que acciones son positivas y negativas para el medio ambiente. De la misma manera se determina cuántos factores ambientales son afectados, posteriormente se realiza la suma de cada columna y fila para determinar si las acciones son beneficiosas o perjudiciales y que tan afectados están los factores ambientales.

Tabla 8
Cuadro Resumen

Rango de Magnitud	-10 hasta +10
Rango de Magnitud	+1 hasta +10
Valor de cada celda	Magnitud x Importancia
Rango de valor de cada celda	-100 hasta +100
Total	Suma algebraica del valor de las celdas en cada columna o fila

Nota. Resumen de los rangos de magnitud e importancia y valores de las celdas. Adaptado de "Guía para la elaboración e interpretación de la matriz de Leopold" por ESPOL, s.f.

Para calificar la magnitud se debe de tomar en cuenta la intensidad y afectación y para calificar la importancia se considera la duración e influencia del impacto.

Tabla 9
Calificación de la magnitud e importancia del impacto ambiental negativo

MAGNITUD			IMPORTANCIA		
Intensidad	Afectación	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	-1	Temporal	Puntual	+1
Baja	Media	-2	Media	Puntual	+2
Baja	Alta	-3	Permanente	Puntual	+3
Media	Baja	-4	Temporal	Local	+4
Media	Media	-5	Media	Local	+5
Media	Alta	-6	Permanente	Local	+6
Alta	Baja	-7	Temporal	Regional	+7
Alta	Media	-8	Media	Regional	+8
Alta	Alta	-9	Permanente	Regional	+9
Muy alta	Alta	-10	Permanente	Nacional	+10

Nota. Calificación de la magnitud e importancia del impacto ambiental negativo. Adaptado de "Guía para la elaboración e interpretación de la matriz de Leopold" por ESPOL, s.f.

Tabla 10

Calificación de la magnitud e importancia del impacto ambiental positivo

MAGNITUD			IMPORTANCIA		
Intensidad	Afectación	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	+1	Temporal	Puntual	+1
Baja	Media	+2	Media	Puntual	+2
Baja	Alta	+3	Permanente	Puntual	+3
Media	Baja	+4	Temporal	Local	+4
Media	Media	+5	Media	Local	+5
Media	Alta	+6	Permanente	Local	+6
Alta	Baja	+7	Temporal	Regional	+7
Alta	Media	+8	Media	Regional	+8
Alta	Alta	+9	Permanente	Regional	+9
Muy alta	Alta	+10	Permanente	Nacional	+10

Nota. Calificación de la magnitud e importancia del impacto ambiental positivo. Adaptado de "Guía para la elaboración e interpretación de la matriz de Leopold" por ESPOL, s.f.

3.6.6.2 Matriz de Conesa

La Matriz de Conesa es una herramienta analítica, que tiene como objetivo predecir y evaluar las consecuencias de los procesos, mediante estos resultados podremos identificar y valorar los impactos ambientales con la finalidad de aplicar medidas correctivas en el futuro. Con esta matriz se analizará de manera cualitativa y cuantitativa las posibles alteraciones ambientales causadas por las diferentes actividades en los procesos.

Según Conesa (2009), la importancia del impacto depende de once variables detalladas a continuación:

A. Signo (+-)

“Representa si las acciones que actúan sobre los factores ambientales considerados, son de carácter beneficioso (+) o perjudicial (-). Si el signo es positivo significa que la acción no daña la calidad ambiental y si es que el signo es negativo la acción daña la calidad ambiental.”

B. Intensidad (IN)

“Hace referencia al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa, también manifiesta el grado de destrucción del factor considerado en el caso en que se produzca un efecto negativo.”

C. Extensión (EX)

“Refleja la fracción del medio afectada por la acción del proyecto, esta hace referencia al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto en que se sitúa el factor.”

D. Momento (MO)

“Tiempo (t_m) que transcurre entre la aparición de la acción (t_o) y el comienzo del efecto (t_j) sobre el factor del medio considerado.”

$$t_m = t_j - t_o$$

E. Persistencia (PE)

“Supuesto tiempo en el que permanecería el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción. Cabe mencionar que los impactos temporales (no permanentes), son reversibles o recuperables, los efectos permanentes son irreversibles y pueden ser irrecuperables o recuperables.”

F. Reversibilidad (RV)

“Posibilidad de retorno a las condiciones iniciales por medios naturales, es decir antes de que ocurra la acción.”

G. Sinergia (SI)

“Hacer referencia a la acción de dos o más causas cuyo efecto es superior a la suma de los efectos individuales. Involucra dos o más efectos simples que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de los efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea.”

H. Acumulación (AC)

“Mide el incremento progresivo de la manifestación de un impacto cuando persiste reiteradamente la acción que lo genera. Cuando la acción no produce efectos acumulativos se valora como 1 y si la acción produce efectos acumulativos se valora como 4.”

I. Efecto (EF)

“Se refiere a la relación causa efecto o forma de manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción. El efecto puede ser directo si no hay intermediaciones anteriores y el efecto es indirecto es a consecuencia de efectos anteriores, actuando como acción de segundo orden.”

J. Periodicidad (PR)

“Es la regularidad de manifestación del efecto, ya sea de manera continua o discontinua. Es considerada de manera continua si las acciones son constantes en el tiempo y discontinua actúan de manera regular, intermitentes, irregular o esporádicamente. Cuando la acción tiene un efecto continuo se valora con 4, a los periódicos con 2 y a los de aparición regular con 1.”

K. Recuperabilidad (MC)

“Es la posibilidad de reconstrucción total o parcial del efecto, es decir la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales a través de la intervención humana (aplicando medidas correctoras). Si el efecto es recuperable se valora con 8 pero si se aplican las medidas correspondientes el valor es de 4.”

L. Importancia del Impacto (I)

“Es la importancia del efecto de una acción sobre un factor ambiental, es la estimación del impacto en base al grado de manifestación cualitativa del efecto.” (Conesa, 2009, p. 253)

Los valores de la importancia del impacto fluctúan entre 13 y 100. Los impactos con valores menores a 25 son irrelevantes, si están entre 25 y 50 los impactos son moderados, si están entre 50 y 75 son severos, y si son superiores a 75 son críticos. Para complementar la valoración se usan colores para la identificación de los impactos. En el siguiente cuadro podremos apreciar estos colores con sus respectivas valoraciones para un mejor entendimiento. (Conesa, 2009)

Valoración y clasificación de impactos		
Color	Valor	Impactos
	Menores a 25	Irrelevantes
	25 a 50	Moderados
	50 a 75	Severos
	Mayores a 75	Críticos

Figura 9. La figura muestra la valoración de los impactos y clasificación de estos. Adaptado de "Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental" por V. Conesa, 2009

La comparación de los valores es importante, sin embargo Conesa (2009) afirma que:

“Cabe resaltar que los valores de las cuadrículas de una matriz no son comparables, pero sí lo son las cuadrículas y símbolos que ocupen lugares equivalentes en matrices reflejen resultados de alternativas de un mismo proyecto, o previsiones de estado de situación ambiental consecuencia de la introducción de medidas correctoras”. (p. 254)

La importancia del impacto es representada por la siguiente fórmula:

$$I = \pm[3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

Tabla 11
Importancia del Impacto

NATURALEZA		INTENSIDAD (IN)	
Impacto beneficioso	+	Baja o mínima	1
Impacto perjudicial	-	Media	2
		Alta	4
		Muy Alta	8
		Total	12
EXTENSIÓN (EX)		MOMENTO (MO)	
Puntual	1	Largo plazo	1
Parcial	2	Medio plazo	2
Extensa	4	Corto plazo	3
Total	8	Inmediato	4
Crítico	(+4)	Crítico	(+4)
PERSISTENCIA (PE)		REVERSIBILIDAD (RV)	
Fugaz o Efímero	1	Corto plazo	1
Momentaneo	1	Medio plazo	2
Temporal o Transitorio	2	Largo Plazo	3
Pertinaz o Persistente	3	Irreversible	4
Permanente y Constante	4		
SINERGIA (SI)		ACUMULACIÓN (AC)	
Sin sinergismo o Simple	1	Simple	1
Sinergismo moderado	2	Acumulativo	4
Muy sinérgico	4		
EFECTO (EF)		PERIODICIDAD (PR)	
Indirecto o Secundario	1	Irregular	1
Directo o Primario	4	Periódico o Intermitente	2
		Continuo	4
RECUPERABILIDAD (MC)		IMPORTANCIA (I)	
Recuperable de manera inmediata	1	$I = \pm [3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$	
Recuperable a corto plazo	2		
Recuperable a medio plazo	3		
Recuperable a largo plazo	4		
Mitigable, sustituible y compensable	4		
Irrecuperable	8		

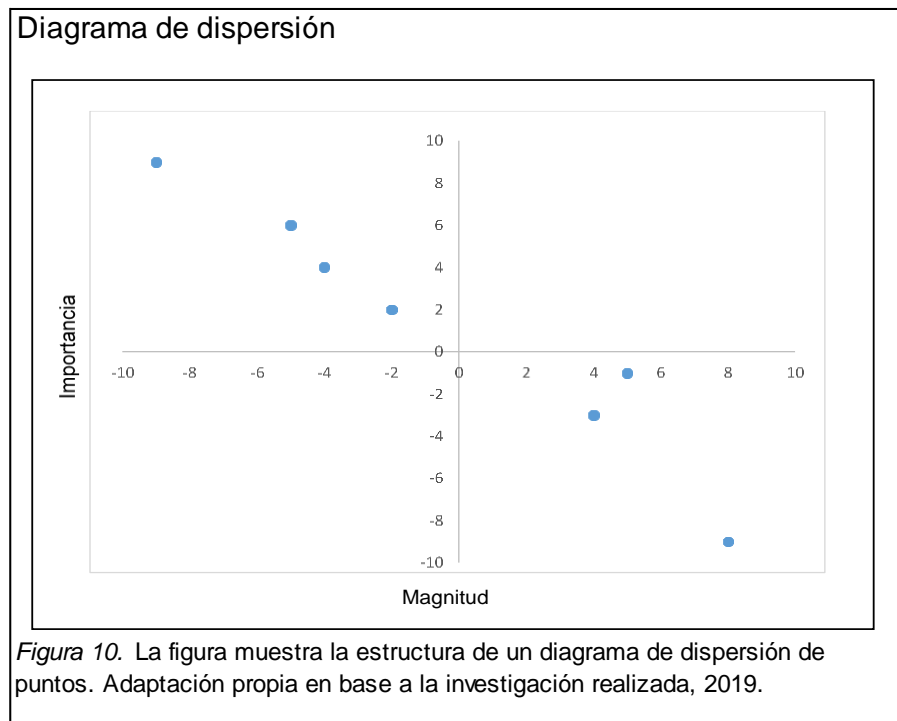
Nota. Valoración de los impactos y clasificación de estos. Adaptado de "Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental" por V. Conesa, 2009, p. 255.

3.6.7 Análisis de dispersión

Se utilizará un diagrama de dispersión o gráfico de dispersión que muestre de manera gráfica la relación entre dos variables, para poder determinar que tan correlacionadas están las variables según el comportamiento de los puntos.

Según Garriga et al. (2010) “Se utiliza en el caso de dos variables cuantitativas, dando una idea de la relación que existe entre ambas variables.” (Diagrama de dispersión o nube de puntos, párr. 1).

La variable dependiente va en el eje Y y la independiente en el eje X.



4. CAPÍTULO IV: RESULTADOS ESPERADOS

4.1 Análisis Externo

Esta herramienta permite analizar el macroentorno de una industria de embalajes biodegradables, respecto a factores externos como Políticos, Económicos, Socio Culturales, Tecnológicos, Ecológicos, Legales (PESTEL).

Tabla 12
Análisis PESTEL

Político	Cambio de gobierno: En la transición de un gobierno a otro cambian la formulación de sus políticas.
	Presupuestos: Mejorar los presupuestos gubernamentales, tanto como nacionales y regionales para buscar el crecimiento económico del país.
	Tratados internacionales: Aprovechar los tratados de libre comercio para llevar nuevos productos a otros países.
Económico	Fluctuación de precios en el mercado: La inestabilidad política podría generar una inflación y devaluación de la moneda.
	Mejora de Ingresos: El sueldo mínimo cada vez aumenta más a comparación de años anteriores y por lo tanto los ingresos familiares también.
	Cambio de la demanda: La oferta de servicios aumenta cada vez más.
	Aumento de PBI: Debido al aumento del PBI la economía también aumenta y se debe de aprovechar esta tendencia creciente para ofrecer productos innovadores.
	Analizar la competencia: En la actualidad hay muy pocas industrias dedicadas a la elaboración de productos biodegradables.
Socio- Cultural	Nivel Educativo: La educación de la sociedad afecta la calidad de ingresos, por lo tanto un buen nivel de educación tiene como resultado un buen empleo y mejores ingresos.
	Tasa de Natalidad: La tasa de natalidad del país nos indica la demanda futura del producto.
	Tendencia demográfica: Los nuevos productos deben de considerar ciertas características para adaptarlos a la tendencia demográfica del país
	Estilo de vida: Cada vez más hay una tendencia por llevar un estilo de vida sano y grupos activistas que incentivan a la conciencia social ecológica.
	Creencias: Es necesario analizar las creencias del país antes de que se lance una campaña de marketing del producto.
Tecnología	Comercio Electrónico: Es fundamental para vender el producto y que este tenga un mayor alcance en el mercado en base a la realidad nacional.
	Reemplazo de tecnología: Analizar las tendencias en automatización para innovar tecnológicamente y mejorar costos de producción.
	Internet: Se debe analizar el nivel de usuarios de internet en el país para ver el alcance que podría tener el producto.
Ecológico	Cambio climático: Conocer cuáles son los compromisos que tiene el país respecto al cambio climático.
	Consumo de recursos no renovables: Cuánto del presupuesto nacional se gasta en energías renovables y cómo la industria del embalaje biodegradable puede hacer esta inversión como parte de su estrategia competitiva.
	Reciclaje: Conocer las políticas de reciclaje del país y ver como el nuevo producto podría adaptarse a estas.
	Emisión de gases: Analizar la emisión de carbono per cápita en nuestro país y como los embalajes biodegradables podrían contribuir a la disminución de este.
	Políticas Ambientales: Estas políticas podrían ayudar a una empresa de embalajes biodegradables a tomar decisiones en cuanto al desarrollo del producto o ubicación de la planta.
Legal	Protección Intelectual: La empresa de embalajes biodegradables debe de evaluar el nivel de protección intelectual que se obtiene bajo el sistema legal del país.
	Leyes de protección: Conocer las leyes de protección al consumidor y como actúan las autoridades frente a esto.
	Salud y seguridad laboral: Conocer las leyes respecto a salud y seguridad en el país y que debe de hacer la empresa para cumplir con estas antes de ingresar al mercado.

Nota. Análisis PESTEL de la industria de embalajes biodegradables. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019

Respecto al análisis de estos 6 factores se afirma que en cuanto al factor político y económico Perú tiene un momento favorable para la inversión de nuevas empresas a pesar de estar atravesando por una inestabilidad política y según el análisis del Banco Mundial (2019) haber tenido económicamente en los últimos años unos altos y bajos. Por otro lado al ser un nuevo producto, este tiene más ventajas que un embalaje de espuma de poliestireno expandido, ya que no hay muchos competidores que puedan ofrecer un producto similar, ya que actualmente, solo se utiliza la espuma de poliestireno expandido para embalar productos.

El factor socio-cultural indica que en el Perú cada vez hay una mayor conciencia por cuidar el medio ambiente, y deberá de pasar más tiempo para que la cultura de cuidado al medio ambiente crezca.

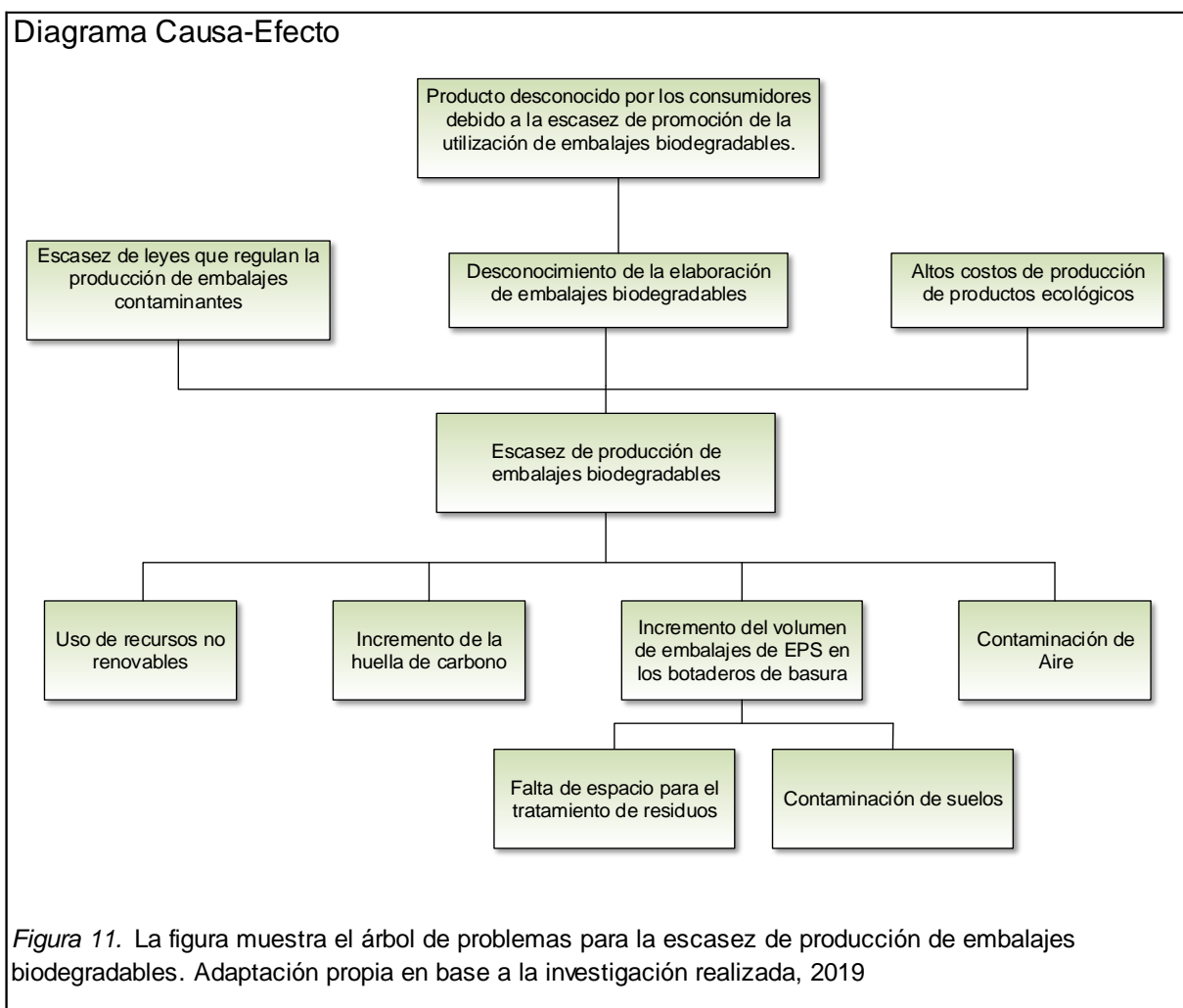
En referencia al factor tecnológico, la aparición de nuevas tecnologías permite llegar a los clientes potenciales, y en cuanto al factor ecológico muchas empresas se están animando a usar productos biodegradables o ecológicos en su cadena de suministro, para tener una mejor imagen corporativa, además de cuidar el medio ambiente.

La aparición de nuevas leyes que protegen el medio ambiente, son favorables para las empresas que producen materiales biodegradables o ecológicos y desfavorables para las que venden productos que son perjudiciales para el medio ambiente.

Por lo tanto se puede concluir que una empresa de embalajes biodegradables podría ser favorable, debido a los factores mencionados líneas arriba.

4.2 Análisis Causa – Efecto

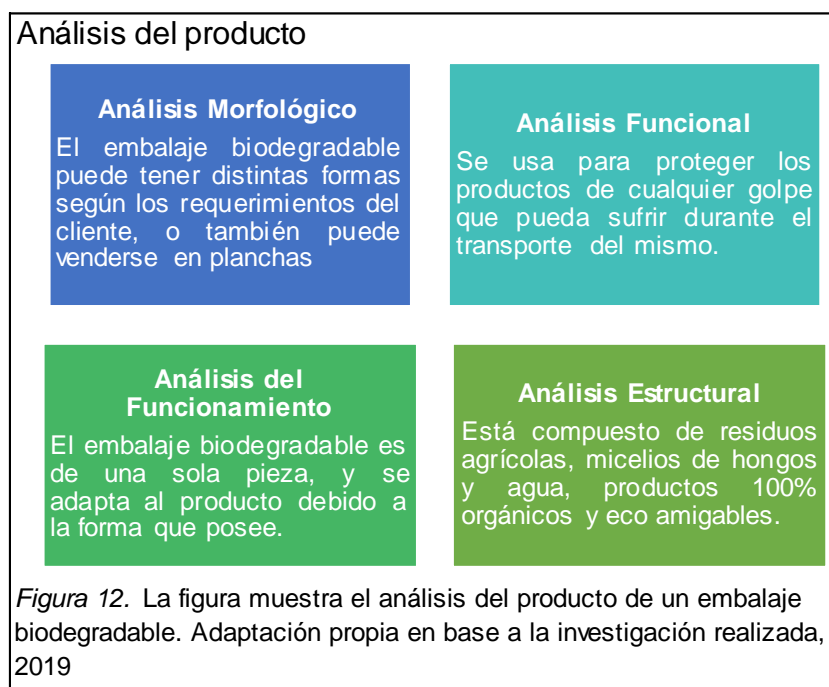
En la Figura 11 se presenta el análisis de causa efecto, a través de un árbol de problemas, con la finalidad de identificar las causas que afectan al problema y los efectos que hay sobre este.



En la Figura 11 se puede apreciar las causas del problema que pueden provocar más de un efecto sobre la escasez de producción de embalajes biodegradables, mediante el cual se puede ayudar a tomar decisiones sobre la puesta en marcha de una industria de embalajes biodegradables.

4.3 Análisis del Producto

Esta herramienta permite identificar lo que el producto hace y debe de coincidir con lo que una industria de embalajes biodegradables debe de hacer, en base a ciertas funcionalidades, este análisis permite saber si el producto está listo para lanzarse al mercado objetivo y lograr los resultados deseados.



4.4 Descripción de los procesos

4.4.1 Proceso de fabricación de la Espuma de Poliestireno Expandido (EPS)

4.4.1.1 Caracterización de los componentes

Las materias primas usadas para la fabricación del EPS se detallan a continuación:

A. Perlas de poliestireno expandible

Son gránulos del monómero de estireno que se encuentran en estado primario, es decir sin haber sido expandidas con vapor de agua, tienen la

característica de ser termoestables. Estas perlas contienen aditivos como agentes ignífugos que retardan la inflamación de estas.

B. Pentano

Es el agente expansor del poliestireno expandible. El pentano (C_5H_{12}) es un hidrocarburo altamente inflamable, es inestable y se descompone en CO_2 y agua al arder con oxígeno.

C. Vapor de agua

Es utilizado durante el proceso de pre expansión de las perlas de poliestireno expandible la presión del vapor provoca que el pentano se dilate y que las perlas se expandan, y en el proceso de moldeado se inyecta vapor de agua al molde y termina de expandir las perlas.

4.4.1.2 Maquinaria usada en el proceso de fabricación de EPS

A. Pre Expansor

Esta máquina expande las perlas de poliestireno expandible por acción del vapor de agua y el agente expansor.

Máquina para el proceso de pre expansión



Figura 13. Máquina utilizada para pre expandir las perlas de poliestireno expandible. Adaptado de Direct Industry, 2019.

El pre expansor se compone de las partes mostradas en la Figura 14

Pre-Expansor y sus partes

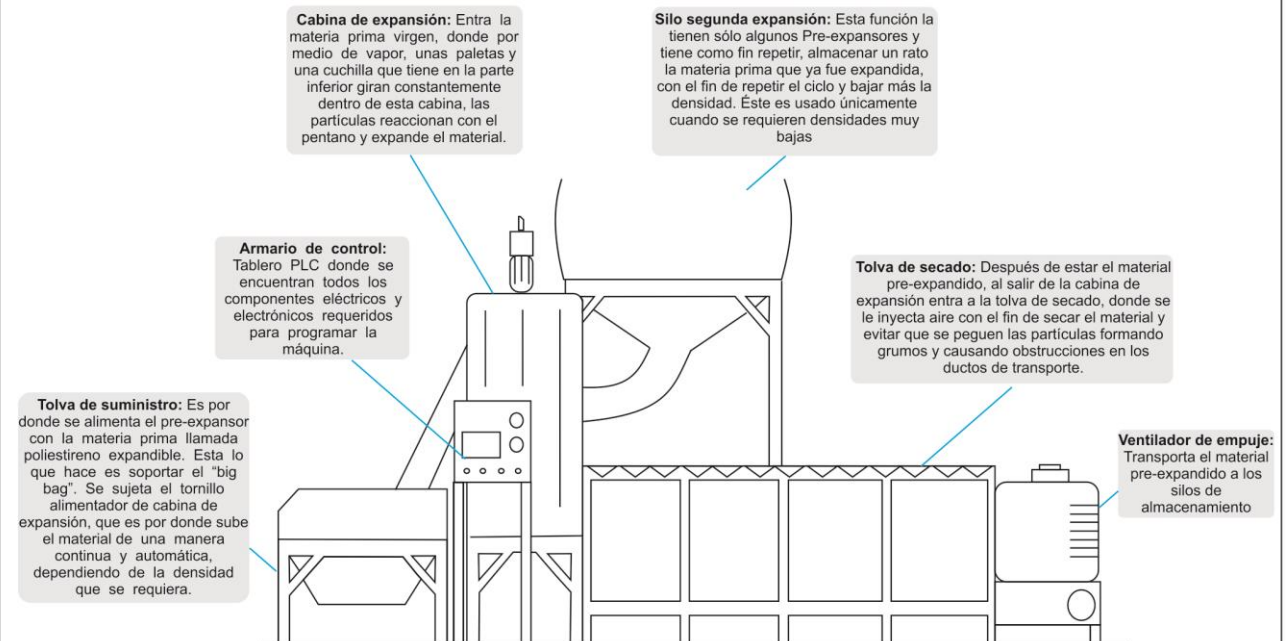


Figura 14. A continuación se muestra el esquema de un Pre Expansor Alessio EPS y sus partes. Adaptado "Manual Operativo de Pre-Expansor" por Zhongji Machinery, 2007.

B. Tolvas de almacenamiento

Las tolvas de almacenamiento o silos, se encuentran suspendidas de una estructura metálica y se encargan de almacenar las perlas pre expandidas durante varias horas para que estas puedan alcanzar estabilidad mecánica. Estas tolvas son de fibras de tela que no son conductoras de carga estática lo cual permite que la carga estática acumulada se pueda disipar.



C. Extrusora

Para reducir costos las empresas de EPS incluyen un proceso de reciclaje en su proceso productivo, esta máquina aprovecha todos los residuos generados en el área de corte de los bloques o en caso que el bloque no cumpla con las especificaciones se introducen los pedazos en

esta máquina y un eje con cuchillas tritura el material, convirtiéndolo en perlas recicladas. La cantidad de perlas recicladas depende de la capacidad de producción de la empresa.

Máquina Extrusora



Figura 16. Máquina utilizada para reciclar piezas y bloques de EPS. Adaptado de Zhengzhou Pindu Trade Co. Ltd, 2019.

D. Bloquera

Esta máquina se encarga de moldear los bloques de espuma de poliestireno expandido, primero se introducen las perlas expandidas de poliestireno y se inyecta vapor de agua donde se crea un vacío y las perlas de poliestireno se terminan de expandir por acción del agente expansor residual. Las dimensiones del bloque varían según los requerimientos.

Bloquera



Figura 17. Máquina utilizada para el proceso de moldeado. Adaptado de Haicom, 2019.

La bloquera se compone de las partes mostradas en la Figura 18

Bloquera y sus partes

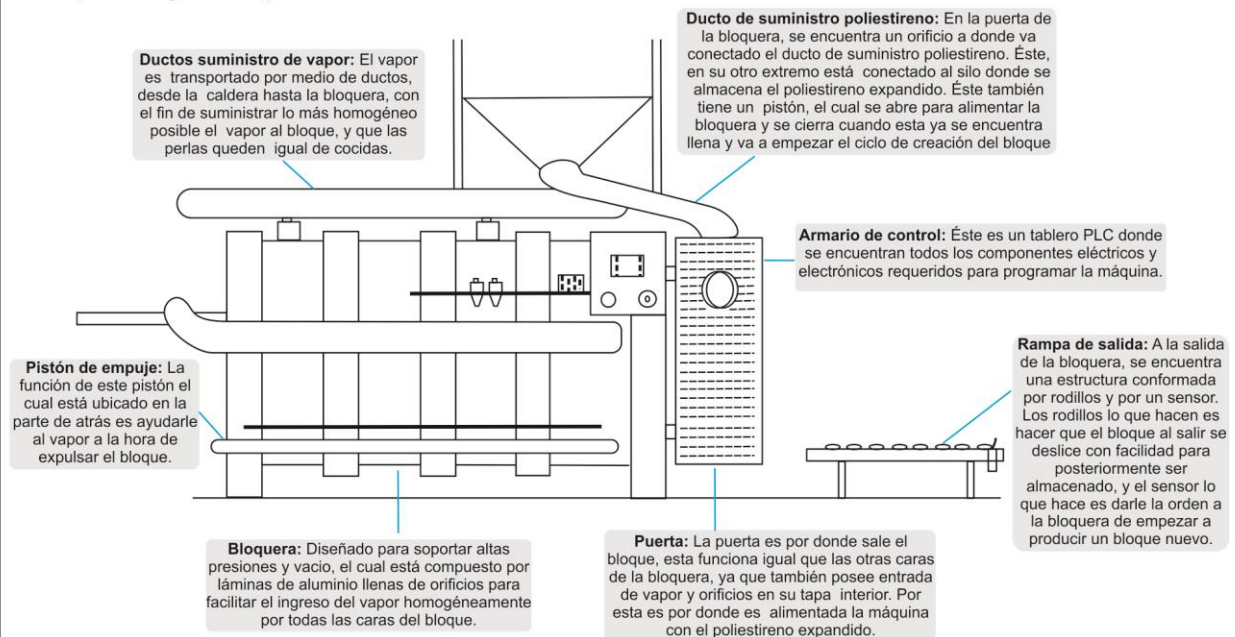


Figura 18. A continuación se muestra el esquema de una bloquera marca Pantel + Brömser GmbH y sus partes de 5 x1.5 x1.0 m. Adaptado "Horizontale EPS Blockform vollautomatisch, mit Fallrohrfüllern" por Pantel + Brömser GmbH, 2019.

E. Pantógrafo

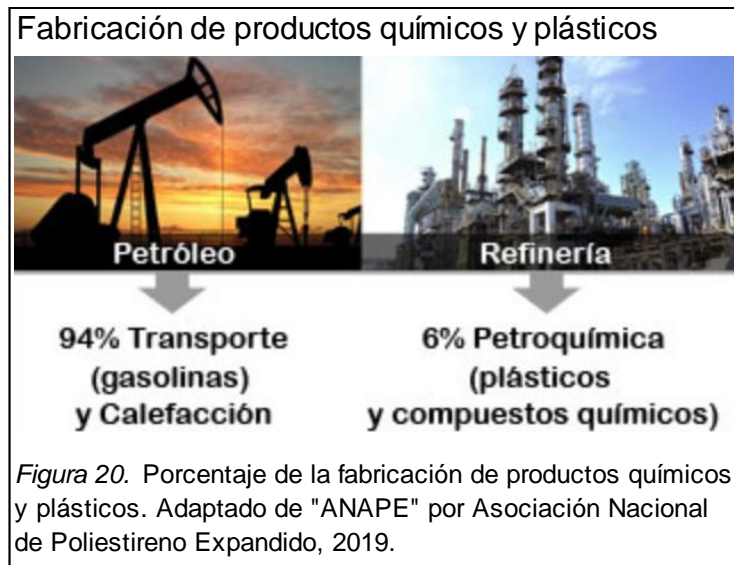
Esta máquina se usa en el proceso de corte de láminas se puede ajustar según las dimensiones requeridas, los bloques entran a la mesa de corte y atraviesan unos alambres de níquel que se calientan por medio de corriente y estos funden el material, permitiendo el corte de piezas.



4.4.1.3 Descripción de los procesos en la fabricación de EPS

Según la Asociación Nacional del Poliestireno Expandido (ANAPE, 2019):

“El Poliestireno Expandido (EPS) se obtiene a partir de la transformación del poliestireno expandible. Esta materia prima es un polímero del estireno que contiene un agente expansor, el pentano. Como todos los materiales plásticos el poliestireno expandible deriva en último término del petróleo, aunque hay que tener en cuenta que solo un 6% del petróleo se dedica a la fabricación de productos químicos y plásticos frente a un 94% dedicado a combustibles para transporte y calefacción.” (Proceso de fabricación del poliestireno expandible, párr. 1).



Asimismo, gracias a la extracción del petróleo podemos obtener diversos compuestos, ANAPE (2019) afirma que:

“A partir del procesado del gas natural y del petróleo se obtienen, mayoritariamente como subproductos, el etileno y diversos compuestos aromáticos. A partir de ellos se obtiene el estireno. Este estireno monómero junto con el agente expansor sufre un proceso de polimerización en un reactor con agua dando lugar al poliestireno expandible, la materia prima de partida para la fabricación del poliestireno expandido”. (párr. 2)

La Asociación Nacional del Poliestireno Expandido (ANAPE, 2019), agrupa la producción de EPS en 3 etapas:

A. Pre Expansión

“La materia prima se calienta en unas máquinas especiales denominadas preexpansores, con vapor de agua a temperaturas situadas entre aprox. 80 y 110°C. En función de la temperatura y del tiempo de exposición la densidad aparente del material disminuye de unos 630 kg/m³ a densidades que oscilan entre

los 10 - 30 kg/m³. En el proceso de preexpansión, las perlas compactas de la materia prima se convierten en perlas ligeras de plástico celular con pequeñas celdillas cerradas que contienen aire en su interior”. (Preexpansión, párr.1-2)

Estas perlas pueden expandir entre 2 a 50 veces su tamaño, dependiendo el uso que se les dé o según los requerimientos del cliente, por ejemplo: una perla pequeña expandida se usa para vasos o platos, una perla mediana se usa para piezas y una perla grande es usada para planchas grandes.



B. Reposo Intermedio y Estabilización

“Al enfriarse las partículas recién expandidas se crea un vacío interior que es preciso compensar con la penetración de aire por difusión. De este modo las perlas alcanzan una mayor estabilidad mecánica y mejoran su capacidad de expansión, lo que resulta ventajoso para la siguiente etapa de transformación. Este proceso se desarrolla durante el reposo intermedio del material pre expandido en silos ventilados. Al mismo tiempo se secan las perlas” (Reposo intermedio y estabilización, párr. 1).

Este reposo ocurre en las tolvas, aproximadamente estas perlas permanecen ahí por 3 a 12 horas antes de ser moldeadas en la bloquera (molde con tapa), depende mucho de las condiciones climáticas, el tiempo de reposo es un factor muy importante para que las perlas tengan una mayor cohesión y el producto final sea un bloque de calidad.

C. Expansión y moldeo final

“En esta etapa las perlas preexpandidas y estabilizadas se transportan a unos moldes donde nuevamente se les comunica vapor de agua y las perlas se sueldan entre sí.

De esta forma se pueden obtener grandes bloques (que posteriormente se mecanizan en las formas deseadas como planchas, bovedillas, cilindros, etc...) o productos conformados con su acabado definitivo”. (Expansión y moldeo final, párr. 1)

Cabe recalcar que mientras a más perlas expandidas se introduzca por m³ en la bloquera, mayor densidad tendrá el producto. El tiempo de duración del moldeo depende de la densidad del producto.

Posteriormente al proceso de moldeo las piezas son enviadas al área de corte, estas planchas son cortadas con pantógrafos si es que son diseños complicados o también son cortados mediante alambres de Níquel calentados eléctricamente lo cual permite una mayor precisión en el corte. A continuación, en la Figura 22 se presenta un diagrama de flujo que involucra todos los procesos productivos de la fabricación de un embalaje de espuma de poliestireno expandido, desde el proceso de pre expansión hasta el almacenamiento.

Diagrama de flujo del proceso de fabricación del embalaje de EPS

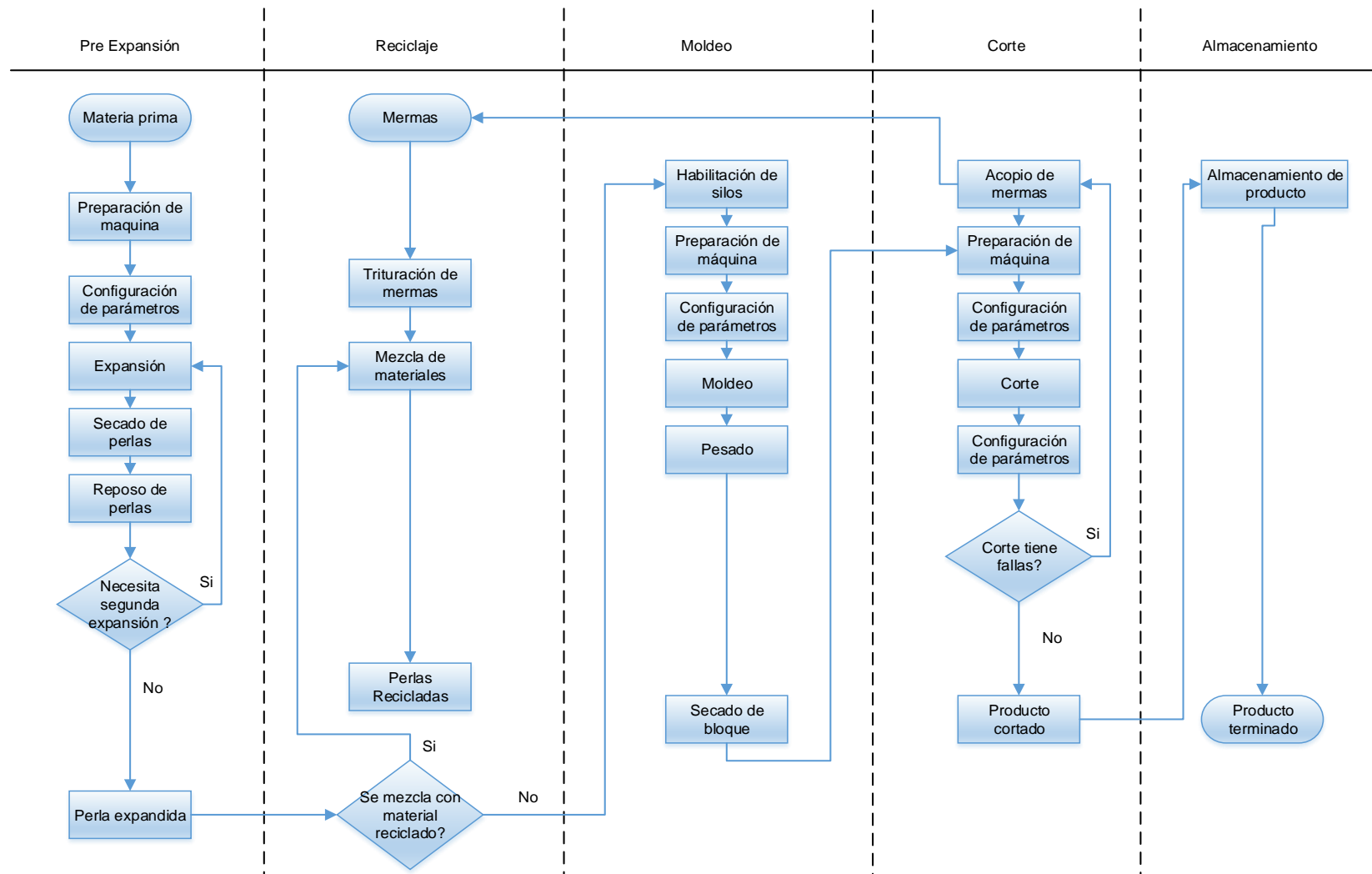


Figura 22. Diagrama de flujo del proceso de fabricación del embalaje de EPS. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019.

Diagrama de flujo de entradas y salidas de los procesos en la fabricación del embalaje de EPS

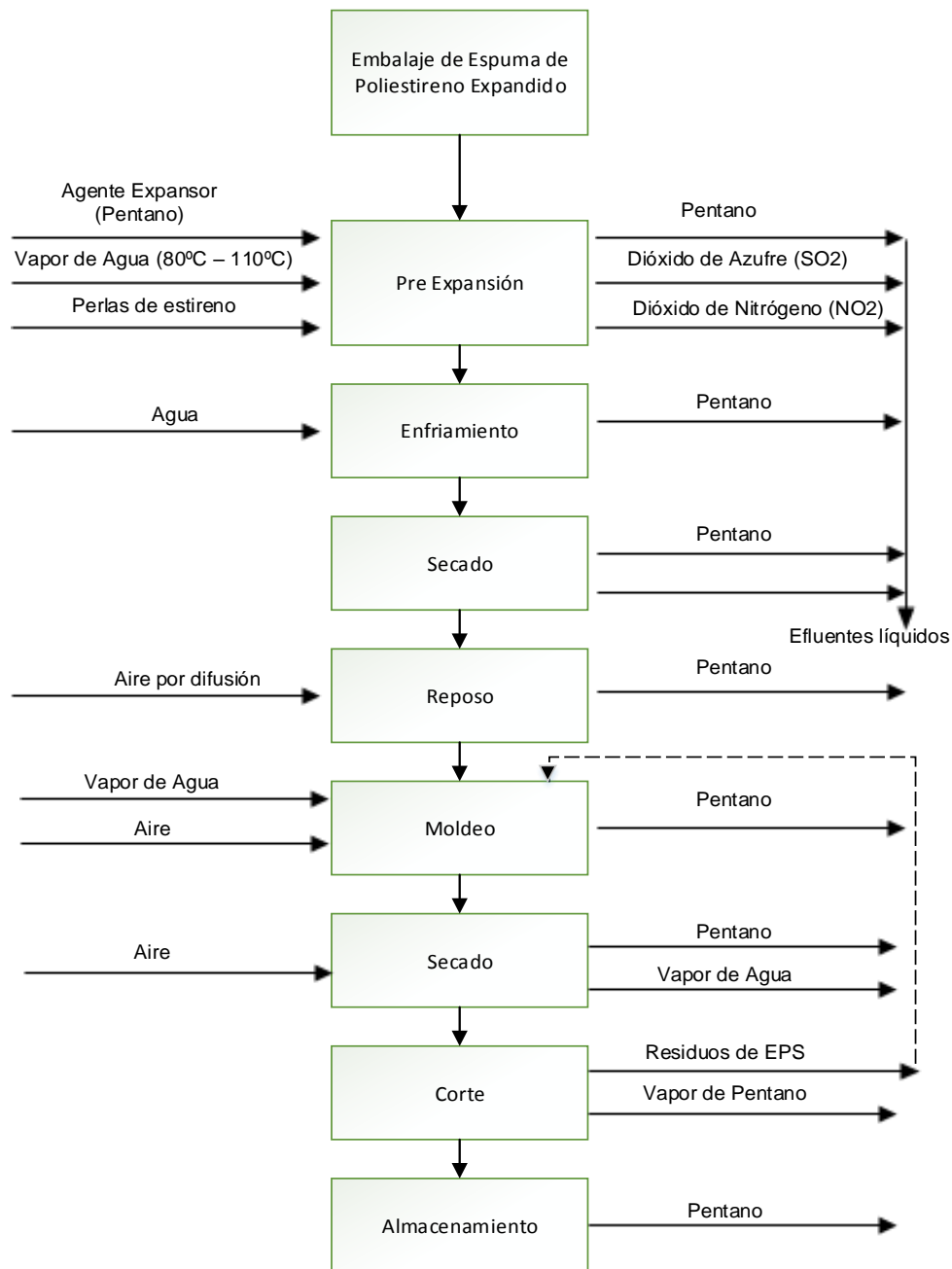


Figura 23. Representación de las entradas y salidas en los procesos productivos del embalaje de EPS. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019.

En la Figura 23 se muestra el diagrama de bloques de los procesos de fabricación de un embalaje de espuma de poliestireno expandido, desde

el proceso de pre expansión hasta su almacenamiento, asimismo permite observar qué materiales, sustancias o elementos ingresan y salen de cada proceso.

4.4.1.4 Descripción de las actividades del proceso productivo de EPS

En la Tabla 13, se muestran las actividades desarrolladas en el proceso productivo del embalaje de espuma de poliestireno expandido con la respectiva descripción de estas.

Tabla 13
Actividades del proceso de fabricación del embalaje de EPS

PROCESO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES
Almacenamiento de perlas	Almacenamiento de materias primas	Los proveedores descargan las perlas.
		Los proveedores salen de la empresa.
Pre expansión	Pre expandir perlas en una cámara de vapor	Transferir perlas las en bruto por la apertura superior de la máquina.
		Se alimenta la caldera.
		Las perlas se expanden según los requerimientos, a expansión se realiza en función de la temperatura y tiempo de exposición al vapor de agua a temperaturas que van entre (80°C y 110°C).
		Se revisan si las perlas tuvieron alguna deformidad.
		Se libera vapor de agua y vapor de pentano debido a las altas temperaturas.
Enfriamiento	Transferencia de las perlas entre dos puntos	Se transportan las perlas utilizando aire como fuerza o transporte. Las perlas se secan debido al aire .
Secado	Colocación de perlas pre expandidas en silos	Las perlas entran por unas tuberías y reposan en silos de metal o en bolsas de tela tejida que están suspendidas, esta última no es conductora de carga estática.
	Secado de perlas en tolvas de reposo ventiladas	Las perlas liberan la humedad restante. El pentano de la superficie se dispersa.
Reposo	Dejar el material en reposo	Al reposar las perlas recuperan el equilibrio termico para evitar deformaciones
Moldeo	Transportar las perlas pre expandidas a la máquina moldeadora (bloquera)	El movimiento de las tapas del molde se realiza a través de un pistón hidráulico.
		En el molde puede entrar perla virgen y perla reciclada.
		La cantidad de perlas que se desea descargar en el molde se realiza mediante pistolas de aire.
		Al introducir las perlas en la bloquera se introduce vapor de agua para que puedan soldarse entre sí. El molde se enfría por técnicas de agua tarda 20 minutos dependiendo de la densidad.
Secado	Se ventila el material usando presión de aire para evitar la acumulación de mezclas inflamables positivas.	Una balanza en la faja transportadora pesa el bloque para ver si cumple con las especificaciones.
Corte	Cortar los bloques de EPS según las especificaciones	El bloque pasa al área de corte donde los diferentes tipos de máquinas cortan los bloques.
		El poliestireno expandido se funde al entrar en contacto con el alambre caliente.
		Se prepara el pantógrafo, se acercan los bloques o láminas al pantógrafo.
		Se arruman las planchas de EPS provisionalmente, en caso de que haya fallas se hace reproceso del bloque.
Almacenamiento	Transportar las perlas al almacén	Transporte de bloques con un montacargas hasta el área de almacén

Nota. Actividades del proceso de fabricación del embalaje de EPS. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019

El siguiente diagrama de operaciones de procesos (Figura 24), muestra la representación gráfica de la secuencia de actividades incluidas en los procesos de la fabricación de un embalaje de espuma de poliestireno expandido, incluyendo las operaciones, inspecciones, transportes y esperas del proceso productivo.

Diagrama de operaciones de procesos de la fabricación del embalaje de EPS

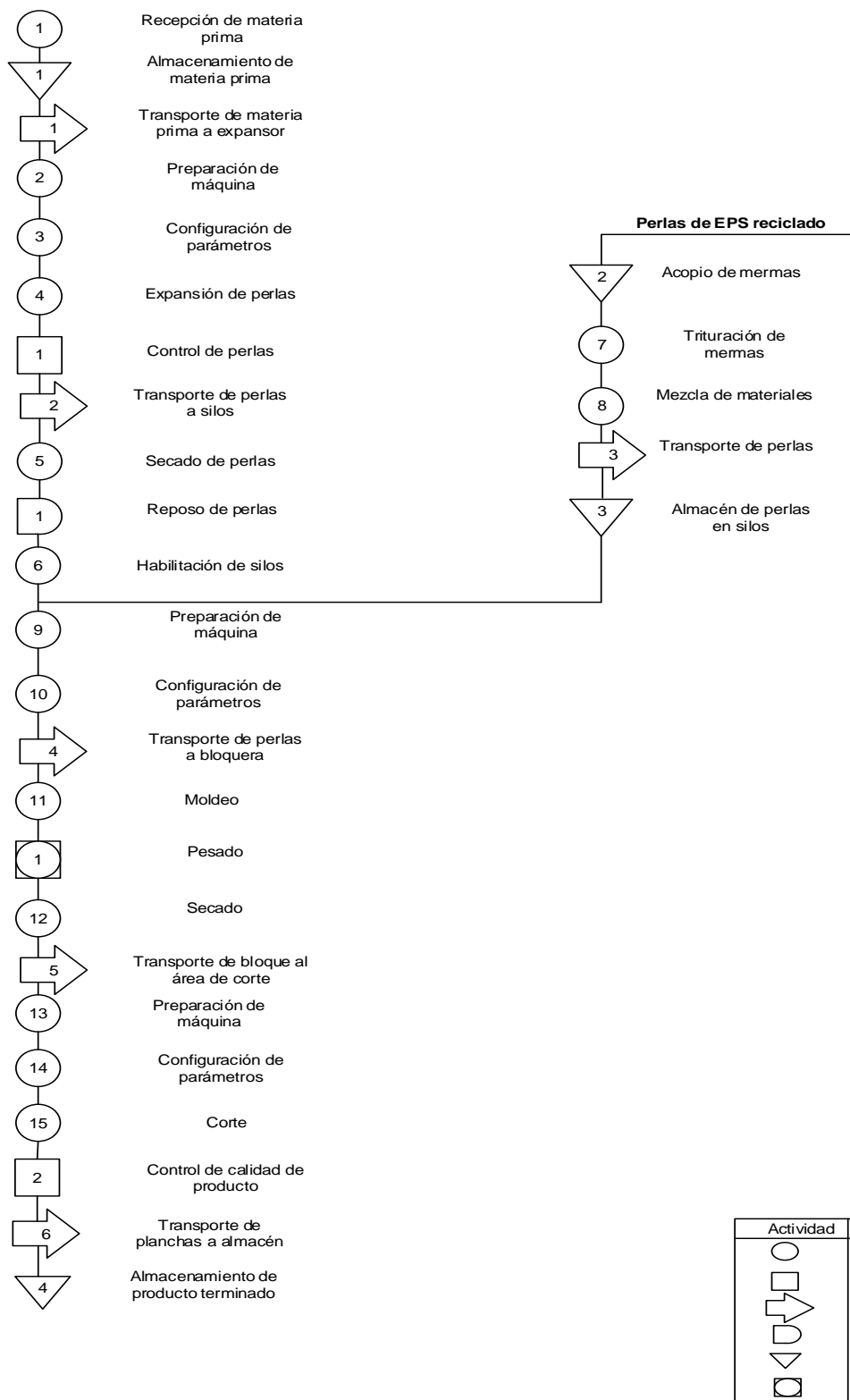


Figura 24. Diagrama de operaciones del proceso de fabricación del embalaje de EPS. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019.

4.4.2 Proceso de fabricación de un embalaje biodegradable

4.4.2.1 Caracterización de los componentes

Para elaborar el embalaje biodegradable se utilizan los siguientes componentes:

A. Residuos Agrícolas

- **Cáscara de Arroz**

La cáscara de arroz abarca la mayor cantidad del sustrato, siendo este el principal elemento para la elaboración de nuestro embalaje biodegradable, además de ser el elemento que abunda más en la costa de Arequipa y que a la vez perjudica al medio ambiente cuando es quemado por los agricultores.

- **Perlita Horticultural**

La perlita para horticultura permite la aireación del sustrato y le da un carácter ignífugo al embalaje siendo este el segundo elemento de mayor proporción.

- **Granos secos de destilería**

Los granos secos de destilería como el maíz o cebada tienen un alto índice de carbohidratos y otros nutrientes útiles para el crecimiento del hongo.

- **Celulosa Molida**

Una de las mejores fuentes de carbono para el crecimiento de micelios es la celulosa, esta aporta los nutrientes suficientes para el desarrollo óptimo del hongo.

Cabe mencionar que la celulosa que utiliza la empresa Ecovative proviene de papel residual, según lo indicado en su Patente nº US 2017/0049059 A1 (2017). (Ver Anexo A)

- **Fibra de Coco**

La fibra de coco contiene nutrientes favorables para el crecimiento de las hifas dimíticas del hongo además que la fibra de coco es capaz de retener agua favoreciendo las condiciones de humedad.

- **Aserrín de madera**

Si bien representa el menor porcentaje de nuestro sustrato el aserrín debe de ser de madera blanda (abedul, nogal, sauce, entre otros), este sustrato leñoso contiene nutrientes y almidón, que combinado con los sustratos anteriores se obtiene un mejor rendimiento del crecimiento del hongo, este material puede ser recolectado de los negocios locales.

La proporción de los componentes secos para producir un embalaje biodegradable se puede ver en la siguiente tabla:

Tabla 14
Proporción de los componentes secos

Componentes	Porcentaje
Cáscara de arroz	50%
Perlita Horticultural	15%
Granos secos de destilería	10%
Celulosa molida	10%
Fibra de coco	10%
Inóculo de Pleurotus Ostreatus	3%
Aserrín de madera	2%

Nota. Proporción del volumen de los componentes en seco.
 Adaptado de "Method for producing grown materials and products made thereby" por E. Bayer y G, McIntyre, 2017, p. 5

B. Hongos

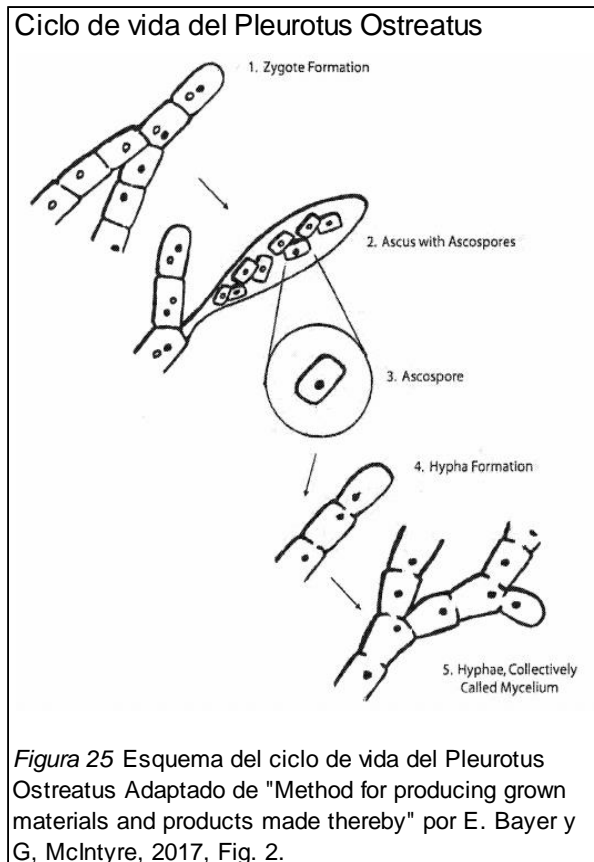
El hongo utilizado en la elaboración de embalajes biodegradables de la empresa Ecovative es el Pleurotus Ostreatus o también llamado hongo ostra, este hongo filamentosos posee un sistema dimítico compuesto por hifas, las cuales digieren los nutrientes y permiten crecer al hongo formando una red interconectada de tal manera que “ensamblan” todos los componentes, esta característica la tienen solo algunos hongos como:

Tabla 15
Hongos filamentosos

Componentes
Pleurotus Ostreatus
Agrocybe Brasiliensis
Flammulina velutipes
Hypholoma capnoides
Hypholoma sublaterium
Morchella angusticeps
Macrolepiota procera
Coprinus comatus
Agaricus arvensis
Ganoderma tsugae
Inonotus obliquus

Nota. Lista de hongos filamentosos con sistema dimítico. Adaptado de "Method for producing grown materials and products made thereby" por E. Bayer y G, McIntyre, 2017, p. 3

Para la elaboración de embalajes biodegradables, se debe utilizar un hongo con estas características que sea propio de cada país ya que cada país tiene sus propias especies.



C. Agua

El agua utilizada para la elaboración de este material es el agua de acueducto del suministro municipal más cercano. El agua añadida a la mezcla se agregó un 30% adicional del volumen total de sustrato seco en forma de agua, el agua se agrega hasta que la mezcla alcance la capacidad de campo.

D. Nutrientes

La presencia de un elemento nutritivo es favorable para el crecimiento del hongo, estos pueden ser hidratos de carbono, polisacáridos o grasas. Estos elementos nutritivos sirven como principal fuente de energía para el crecimiento del hongo.

Por otro lado según la Patente nº US 2017/0049059 A1 (2017) sugiere que la composición del material por volumen del sustrato debe de estar entre estos rangos:

Tabla 16
Composición del material por volumen de sustrato sugerido

Componentes	Porcentaje
Cáscara de arroz	5% - 95%
Fibras	1% - 90%
Granos secos de destilería	2% - 30%
Inóculo de <i>Pleurotus Ostreatus</i>	1% - 70%
Celulosa molida	1% - 30%

Nota. Rango de la composición de los componentes del sustrato.
Adaptado de "Method for producing grown materials and products made thereby" por E. Bayer y G. McIntyre, 2017, p. 5

Cabe mencionar que la variación de estos porcentajes podrían alterar las propiedades mecánicas del producto, en cuanto a densidad, dureza, flexibilidad, etc.

Siguiendo esta metodología, una bolsa de sustrato seco de la empresa Ecovative pesa 0.9 libras, por lo tanto siguiendo la lógica de la Tabla 14, la proporción del sustrato seco sería la siguiente:

Tabla 17
Proporción del sustrato seco

Componentes	Proporción de la mezcla	
	libras (lb)	Kilos (kg)
Cáscara de arroz	0.4500	0.2040
Perlita de Horticultura	0.1350	0.0612
Granos secos de destilería	0.0900	0.0408
Celulosa molida	0.0900	0.0408
Fibra de coco	0.0900	0.0408
Inóculo de <i>Pleurotus Ostreatus</i>	0.0270	0.0122
Aserrín de madera	0.0180	0.0082
Volumen Total del material	0.9000	0.4080

Nota. Proporción de los componentes del sustrato para 0.9 libras.
 Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019.

Por otro lado, esta empresa realizó ensayos a los embalajes biodegradables que producen, obteniendo como resultado los datos mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 18
Especificaciones técnicas de producto

Ensayo	Valor	Unidad
Densidad	80	kg/m3
Fuerza de Tensión	80	Mpa
Conductividad Térmica	0.038	W/m2

Nota. Especificaciones técnicas del embalaje biodegradable de la empresa Ecovative. Adaptado de "Ecovative we grow materials World Materials Forum" por Ecovative Design, 2016.

4.4.2.2 Maquinaria usada en el proceso de fabricación de un embalaje biodegradable

- **Molino de martillos**

En esta máquina se introduce el material dentro de una cámara en la que cae por gravedad a un compartimiento, en el que un grupo de martillos que giran a alta velocidad, trituran y pulverizan el material, una vez terminado el proceso, el material sale con el tamaño deseado por la abertura de descarga.

Molino de martillos



Figura 26. Máquina utilizada para el proceso de molienda. Adaptado de Maquinova, 2019.

- **Mezcladora**

El material pulverizado en el molino de martillos es mezclado por acción de unas cuchillas con forma de espiral que giran rápidamente y llevan los materiales a la parte superior e inferior, por lo tanto las partículas pueden mezclarse uniformemente en un corto periodo de tiempo.

Mezcladora



Figura 27. Máquina utilizada para el proceso de mezcla. Adaptado de Jin Heng Li, 2019.

- **Tolva**

Es un dispositivo de forma cónica o de embudo que tiene como objetivo almacenar la materia prima, generalmente pulverizada o en granos, posee un dosificador en la parte inferior, que permite la

descarga del material para que pueda ser transportado hasta el proceso siguiente.



- **Faja Vibratoria**

Es un sistema utilizado para controlar la velocidad del movimiento de los productos mediante vibraciones, algunas fajas vibratorias pueden clasificar los productos según forma o tamaño lo cual permite cumplir con los objetivos de la producción.

Faja Vibratoria



Figura 29. Máquina utilizada para el transporte de materia prima. Adaptado de Widesky, 2019.

- **Pasteurizador**

Equipo utilizado para dar un tratamiento térmico y esterilizar materiales que están potencialmente contaminados con microorganismos, este equipo esteriliza los materiales por acción de las altas temperaturas y vapor de agua a alta presión, posteriormente es enfriado gracias a un sistema de refrigeración que posee llamado camisa de refrigeración, el cual permite la circulación del agua por el estator del motor, esto permite que el agua absorba el calor mediante convección, lo cual garantiza la refrigeración.

Pasteurizador



Figura 30. Máquina utilizada para el proceso de esterilización. Adaptado de Jimei, 2019.

Camisa de refrigeración



Figura 31. Sistema utilizado en el proceso de enfriamiento. Adaptado de Bombas Hasa, 2019.

- **Máquina llenadora por gravedad**

Esta máquina permite que la mezcla baje desde el depósito de llenado por los tubos de salida a los moldes por acción de la

gravedad y dosifica la mezcla en cada molde, la velocidad depende de la altura del depósito de llenado.



- **Horno**

Este equipo sirve para calentar materiales por convección a altas temperaturas en un espacio cerrado su aplicación se da para procesos de secado o cocción.

Horno Industrial



Figura 33. Horno industrial para el proceso de secado.
Adaptado de Tecnopiro, 2019.

4.4.2.3 Descripción de los procesos en la fabricación de un embalaje biodegradable

Se utilizarán los procesos mencionados en la investigación científica realizada por Holt et al (2012), debido a que la información de los procesos empleados en la producción de embalajes biodegradables aún es escasa.

Según la teoría encontrada, en esta investigación clasificaremos la producción de embalajes biodegradables y biomateriales en 4 etapas:

A. Mezcla de residuos

Los residuos agrícolas son recolectados de las chacras más cercanas para que los costos de transporte sean relativamente más bajos, posteriormente estos reciben un tratamiento que consiste en usar un molino de martillos para triturar el material y convertirlo en partículas más pequeñas de determinados rangos, luego son introducidas en un

mezclador rotatorio por 5 minutos, para que las diferentes partículas, fibras y nutrientes se puedan integrar completamente, en la etapa final de la mezcla se añade agua para promover la adhesión de las partículas y evitar que haya polvo. Cada mezcla se procesa en lotes de 159 kg.

B. Esterilización, Enfriamiento e Inoculación

Después de que los residuos sean molidos y mezclados, estos ingresan y son depositados en unas tolvas, que a través de una faja transportadora son llevados hasta un pasteurizador donde son esterilizados a 115 °C por aproximadamente 28 minutos.

Posteriormente el material se enfría hasta que alcancen una temperatura de hasta 35°C.

Al salir del sistema de enfriamiento la mezcla es inoculada con un hongo de tipo filamentoso (Ganoderma, Pleurotus Ostreatus, etc) a través de un sustrato líquido. Una vez que el material esta inoculado, la mezcla cae por gravedad a los moldes.



Inoculación de hongos

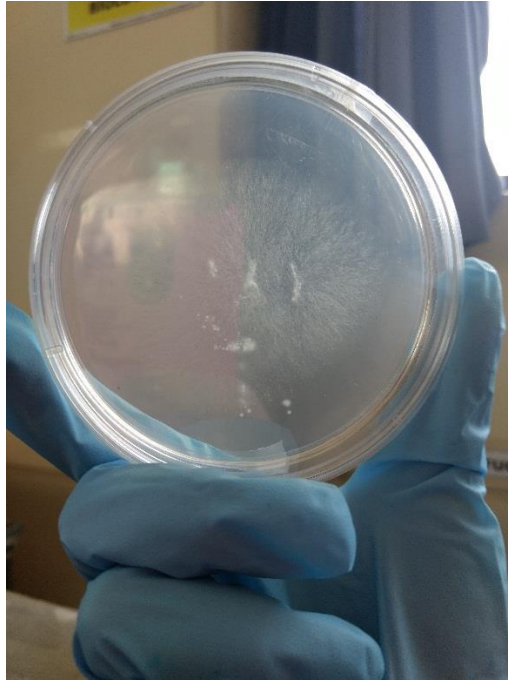


Figura 35. Inoculación de hongos. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019.

Inoculación de hongos en medio líquido

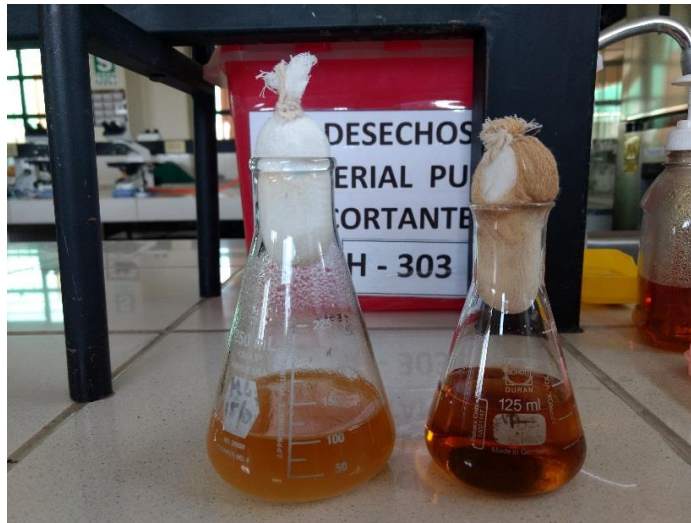
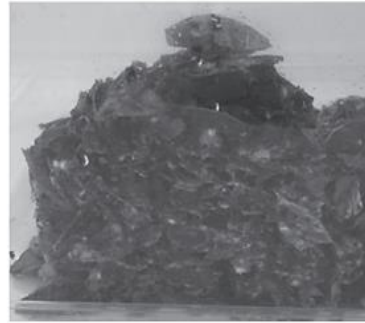


Figura 36. Inoculación de hongos en medio líquido. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019.

Colonización por hongos



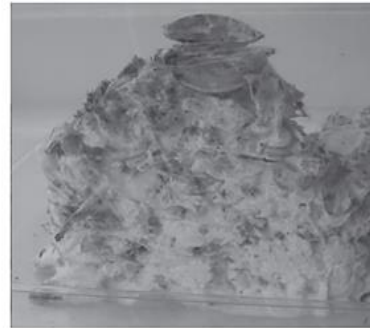
Día 0



Día 1



Día 2



Día 3

Figura 37. Colonización por hongos durante un periodo de tres días. Adaptado de "Fungal Mycelium and Cotton Plant Materials in the Manufacture of Biodegradable Molded Packaging Material: Evaluation Study of select Blends of Cotton Byproducts" por Holt et al, 2012, p. 434

C. Moldeado

Después de la inoculación se rellenan moldes de plástico esterilizados con la mezcla inoculada, estos moldes se cierran para mantener las condiciones de humedad relativa, para que los hongos crezcan en un microambiente favorable.

Estos moldes permanecen en estantes de aluminio a temperatura ambiente (21°C) durante 5 días para que los micelios se puedan desarrollar y “ensamblar” el material.

Cabe mencionar que en su patente especifican que estos son incubados por 14 días al 100% de HR a 24°C y que durante el día 5 y 10 se abren las tapas para permitir el intercambio gaseoso, y en algunos casos no se abren las tapas si es que estas traen filtros ya que permiten el intercambio gaseoso continuo. (Ver ANEXO A)

Embalaje antes del "Autoensamblado"



Figura 38. Embalaje sin autoensamblado. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019.

Embalaje después del "Autoensamblado"



Figura 39. Embalaje después del autoensamblado. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019.

D. Post procesamiento

Después del proceso de incubación la tapa es retirada del molde y la pieza ensamblada entra a un horno de convección a 60°C durante 8 horas o menos, dependiendo del grosor de la pieza, para que la pieza pueda secarse, lo cual evita que el hongo vuelva a crecer y muera por completo.

Por otro lado Ecovative menciona en su Patente n° US 2017/0049059 A1 (2017), que el secado se realiza durante 4 horas a 54°C. (Ver Anexo A)

Embalaje durante el proceso de secado



Figura 40. Embalaje durante el proceso de secado. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019.

Pieza después del secado

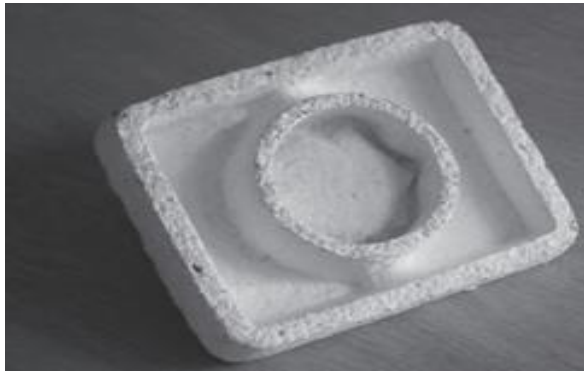


Figura 41. Pieza después del proceso de secado. Adaptado de "Fungal Mycelium and Cotton Plant Materials in the Manufacture of Biodegradable Molded Packaging Material: Evaluation Study of select Blends of Cotton Byproducts" por Holt et al, 2012, p. 434

Luego del secado las piezas se almacenan a condiciones ambientales de (21 °C y 30% HR).

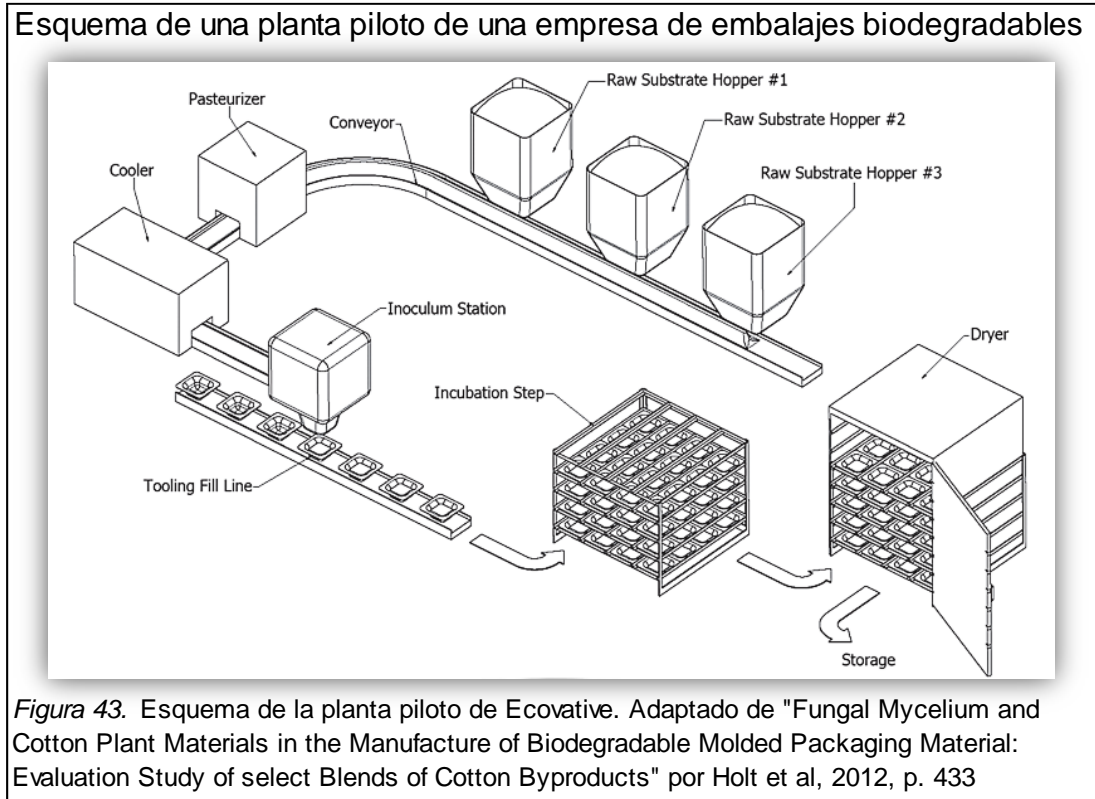
Almacenamiento de embalaje biodegradable



Figura 42. Embalaje biodegradable almacenado a condiciones ambientales. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019.

Nota: Datos específicos relacionados con la cantidad de inóculo, pasteurizador y velocidades de enfriamiento, y procesos específicos aplicados no enumerados se consideran información patentada por Ecovative Design, LLC.

En la Figura 43, podemos apreciar el esquema de una planta piloto de embalajes biodegradables.



A continuación, en la Figura 44 se presenta un diagrama de flujo que involucra todos los procesos productivos de la fabricación de un embalaje de biodegradable desde el proceso de recepción de residuos agrícolas hasta el almacenamiento.

Diagrama de flujo del proceso de fabricación del embalaje biodegradable

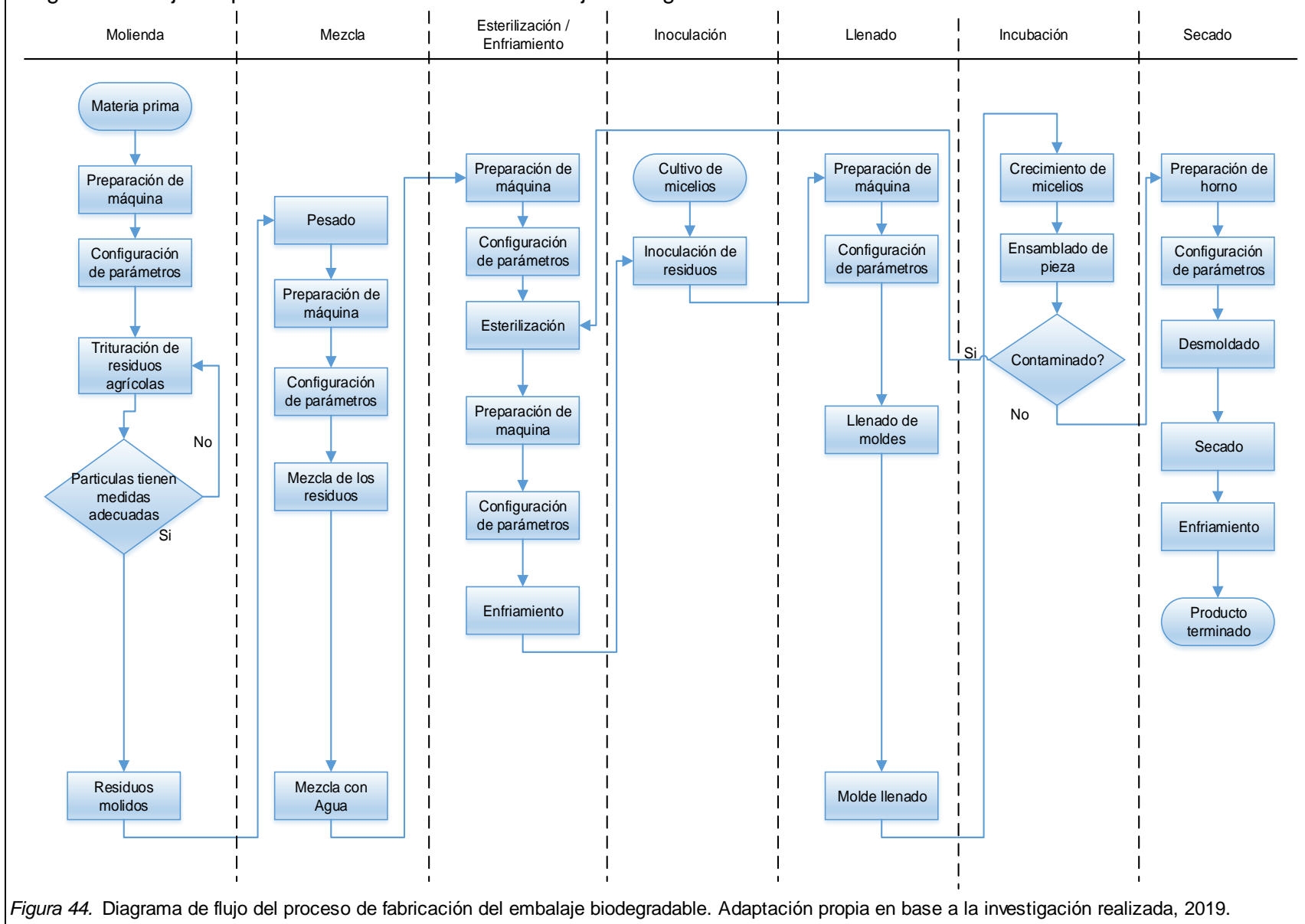


Figura 44. Diagrama de flujo del proceso de fabricación del embalaje biodegradable. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019.

Diagrama de flujo de entradas y salidas de los procesos en la fabricación del Embalaje Biodegradable

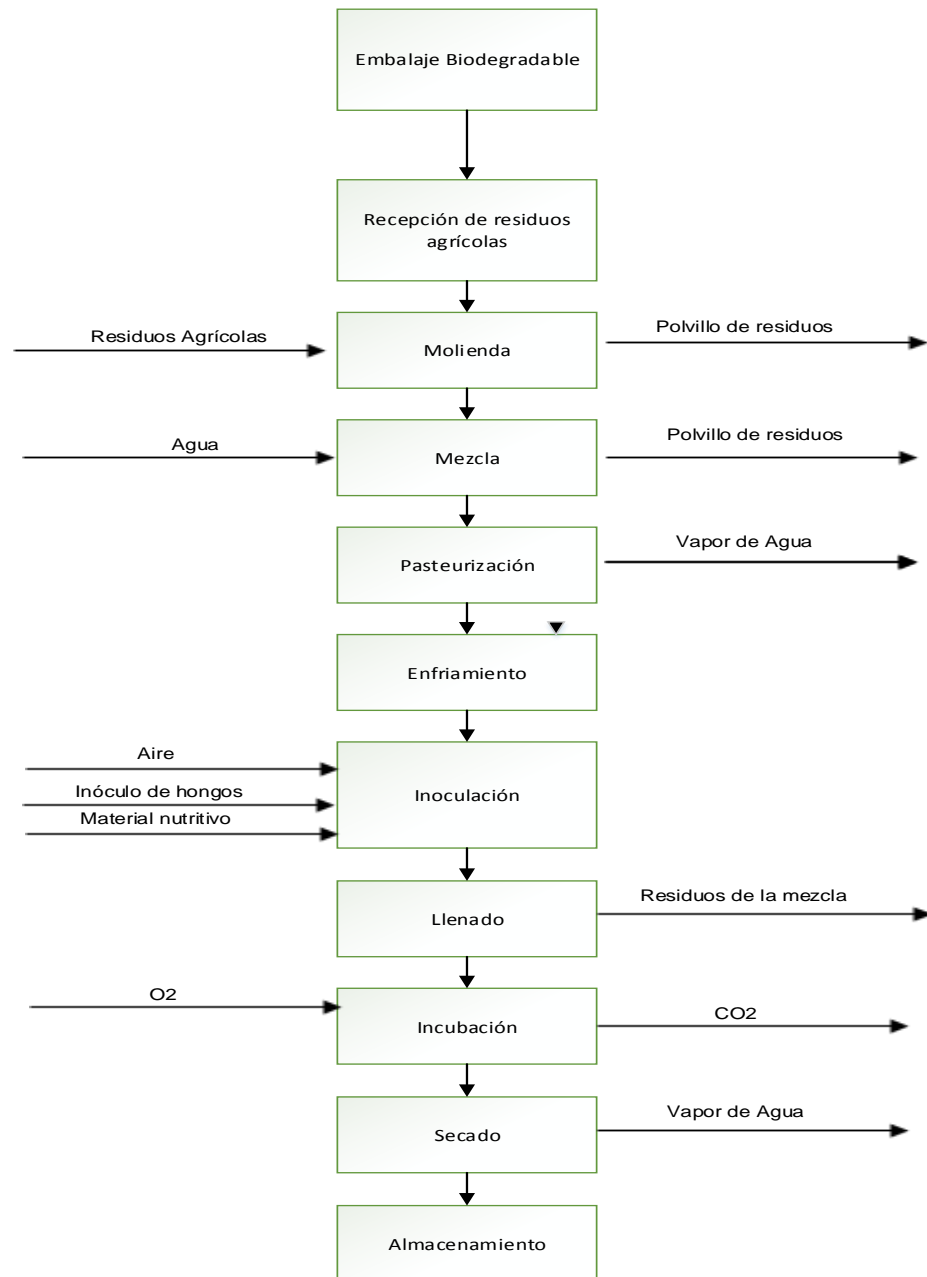


Figura 45. Representación de las entradas y salidas en los procesos productivos del Embalaje Biodegradable . Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019.

En la Figura 45 se muestra el diagrama de bloques de los procesos de fabricación de un embalaje biodegradable, desde el proceso la recepción de residuos agrícolas hasta su almacenamiento, asimismo, nos permite

observar que materiales, sustancias o elementos ingresan y salen de cada proceso.

4.4.2.4 Descripción de las actividades del proceso productivo del embalaje biodegradable

En la Tabla 19, se muestran la descripción de las actividades desarrolladas en el proceso productivo del embalaje biodegradable.

Tabla 19

Actividades del proceso de fabricación del embalaje biodegradable

PROCESO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES
Recepción	Almacenamiento temporal de los residuos agrícolas	Los proveedores descargan los residuos agrícolas. Los proveedores salen de la empresa.
Molienda	Triturar residuos agrícolas para obtener las medidas adecuadas	Los residuos agrícolas ingresan al área de molienda para que los molinos trituren el material. Se convierten todos los residuos en partículas más pequeñas de acuerdo al tamaño requerido.
Mezcla	Mezclar todos los residuos	Se colocan los residuos agrícolas en el mezclador rotatorio por 5 minutos. Añadir agua para que se adhieran las partículas y no levante polvo
Pasteurización	La mezcla de residuos entra a un pasteurizador	Una faja transportadora lleva el material hasta el pasteurizador aproximadamente por 28 minutos.
Enfriamiento	Los residuos esterilizados se enfrían	Un enfriador que funciona con agua, baja la temperatura de los residuos recién esterilizados hasta 35°C.
Inoculación	Añadir el hongo inoculado a la mezcla de residuos	En el laboratorio biológico se elabora la inoculación Se añade a la mezcla, los micelios de hongos a través de un medio líquido.
Llenado	Llenar los moldes con la mezcla inoculada	Se esterilizan los moldes. Cae por gravedad a los moldes.
Incubación	La mezcla permanece en los moldes	Se cierran los moldes esterilizados. Se ponen los moldes en estantes de aluminio a temperatura ambiente.
Secado	Horneado de pieza	Se retira la tapa del molde. Se desmolda la pieza ensamblada . La pieza ingresa al horno, el tiempo de secado depende del tamaño de la pieza.
Almacenamiento	Llevar las piezas al almacén	Un trabajador lleva las piezas al almacén a temperatura ambiente.

Nota. Actividades del proceso de fabricación del embalaje biodegradable. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019

Diagrama de operaciones de procesos de la fabricación de embalaje Biodegradable

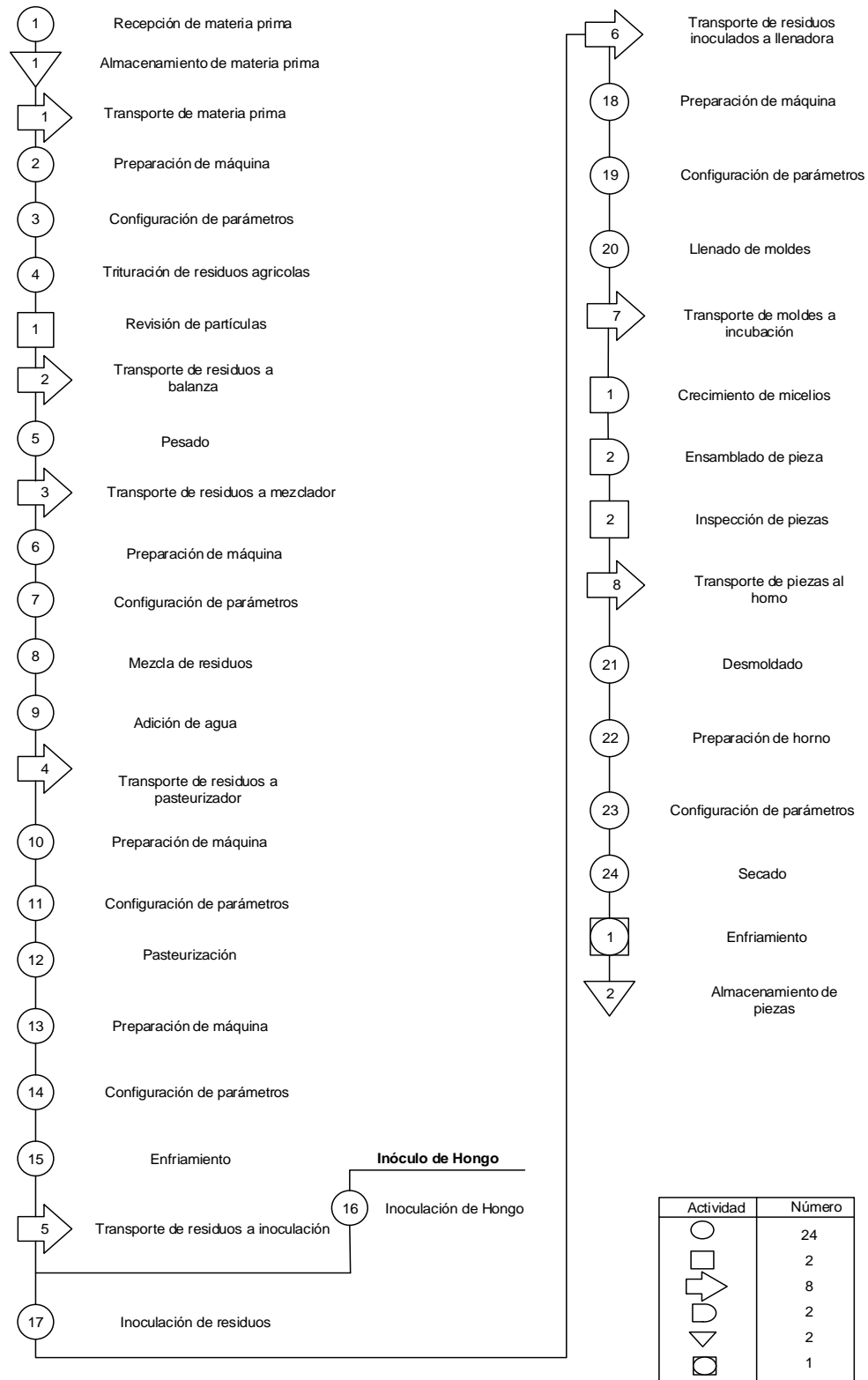


Figura 46. Diagrama de operaciones del proceso de fabricación de un embalaje de EPS. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019.

En la Figura 46 se muestra el diagrama de operaciones de procesos se muestra la representación gráfica de la secuencia de actividades incluidas en los procesos de la fabricación de un embalaje biodegradable, incluyendo las operaciones, inspecciones, transportes y esperas del proceso productivo.

4.5 Identificación de los Impactos ambientales

4.5.1 Proceso productivo

En este punto se analizó como es el entorno de los procesos productivos de ambos embalajes, los estándares de calidad ambiental ECA que regulan ciertos parámetros generados en los procesos productivos, y diagramas de entradas y salidas, donde se pudo identificar que impactos ambientales están involucrados en cada actividad del proceso productivo de ambos embalajes.

4.5.1.1 Descripción del entorno

El área de influencia, tanto del proceso productivo de la espuma de poliestireno expandido como el de un embalaje biodegradable, es un parque industrial, esta área es la que tiene un impacto directo, donde los impactos de los procesos productivos son de una mayor intensidad e inmediatos, por lo tanto el entorno que lo rodea podría verse afectado directamente.

Estas industrias se rigen a determinados estándares de calidad ambiental (ECA) y Límites máximos permisibles. En nuestro país tenemos 5 tipos de ECA que son: Agua, Aire, Suelo, Ruido y Radiaciones No Ionizantes y las industrias deben de cumplir con los parámetros indicados en los ECA para que puedan tener un mejor control de las emisiones que generan sus actividades.

Los estándares de calidad ambiental decretados por el MINAM que aplican a nuestra investigación se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 20
Estándares de Calidad Ambiental para Aire

Parámetros	Periodo	Valor ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Criterios de Evaluación	Método de Análisis
Benceno (C_6H_6)	Anual	2	Media aritmética anual	Cromatografía de gases
Dióxido de Azufre (SO_2)	24 horas	250	No exceder más de 7 veces al año	Fluorescencia Ultravioleta
Dióxido de Nitrógeno (NO_2)	1 hora	200	No exceder más de 24 veces al año	Quimioluminiscencia
	Anual	100	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 2,5 micras	24 horas	50	No exceder más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración
	Anual	25	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras	24 horas	100	No exceder más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración
	Anual	50	Media aritmética anual	
Mercurio Gaseoso Total (Hg)	24 horas	2	Media aritmética anual	Espectometría de absorción
Monóxido de Carbono (CO)	1 hora	30000	No exceder más de 1 vez al año	Infrarrojo no dispersivo
	8 horas	10000	Media aritmética móvil	
Ozono (O_3)	8 horas	100	Máxima media diaria	Fotometría de absorción
			No exceder más de 24 veces al año	
Plomo (Pb) en PM10	Mensual	1,5	Media aritmética de los valores mensuales	Método para PM10
	Anual	0.5		
Sulfuro de Hidrógeno (H_2S)	24 horas	150	Media aritmética	Fluorescencia Ultravioleta

Nota. Estándares de Calidad Ambiental para Aire. Adaptado de "Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM" por Ministerio del Ambiente, 2017, p. 9

Tabla 21
Estándares de Calidad Ambiental para Suelo

Usos del Suelo					
N°	Parámetros	Suelo Agrícola	Suelo Residencial / Parques	Suelo Comercial /Industrial/ Extractivos	Método de Ensayo
Orgánicos					
1	Benceno (mg/kg MS)	0,03	0,03	0,03	EPA 8260-B EPA 8021-B
2	Tolueno (mg/kg MS)	0,37	0,37	0,37	EPA 8260-B EPA 8021-B
3	Etilbenceno (mg/kg MS)	0,082	0,082	0,082	EPA 8260-B EPA 8021-B
4	Xileno (mg/kg MS)	11	11	11	EPA 8260-B EPA 8021-B
5	Naftaleno (mg/kg MS)	0,1	0,6	22	EPA 8260-B
6	Fracción de hidrocarburos F1 (C6-C10) (mg/kg MS)	200	200	500	EPA 8015-B
7	Fracción de hidrocarburos F2 (C10-C28) (mg/kg MS)	1200	1200	5000	EPA 8015-M

Nota. Estándares de Calidad Ambiental para Suelo. Adaptado de "Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo y Disposiciones Complementarias Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM" por Ministerio del Ambiente, 2017.

Tabla 22
Estándares de Calidad Ambiental para el Ruido

Zonas de Aplicación	Horario Diurno	Horario Nocturno
Zona de protección especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

*(LAeqT) Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con Ponderación A: Es el nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A, que en el mismo intervalo de tiempo (T), contiene la misma energía total que el sonido medido.

Nota. Estándares de Calidad Ambiental para el Ruido. Adaptado de "Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el Ruido D.S N° 085-2003-PCM" por Ministerio del Ambiente, 2003

Tabla 23
Estándares de Calidad Ambiental para Agua

Parámetros	Unidad	A1 Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	A2 Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	A3 Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado convencional
Níquel	mg/L	0,07	**	**
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
Orgánicos				
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C8-C40)	mg/L	0,01	0,2	1,0
Trihalometanos	e	1,0	1,0	1,0
Orgánicos Volátiles				
Tetracloruro de carbono	mg/L	0,004	0,004	**
Benceno	mg/L	0,01	0,01	**
Microbiológicos				
Coliformes Totales	NMP/100ml	50	**	**
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	20	2000	20000
Formas Parasitarias	Nº Organismo/L	0		
Escherichia coli	NMP/100ml	0	**	**
Vibrio cholerae	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos, en todos sus estadios evolutivos)	Nº Organismo/L	0	<5x10 ⁶	<5x10 ⁶

Nota. Resumen de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua Categoría 1: Poblacional y Recreacional. Adaptado de "Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y Disposiciones Complementarias Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM" por Ministerio del Ambiente, 2017.

4.5.1.2 Tabla de Impactos

En la Tabla 24 se muestran los impactos según los ECA que intervienen tanto como en la producción de un embalaje de espuma de poliestireno expandido como en la del embalaje biodegradable. Se puede observar que uno de los parámetros del ECA del aire es la generación de material particulado, en el caso de la producción de EPS el material particulado se genera dentro de algunos procesos como el corte de láminas, operaciones de reciclado, etc, el riesgo está en que si este material particulado está en el aire y entra en contacto con los ojos o la nariz puede ser perjudicial para la salud, de igual manera esto ocurre en la producción del embalaje biodegradable durante el proceso de almacenamiento de residuos agrícolas, molienda o mezcla. Según NOVA Chemicals Corporation (2005) en su guía de riesgos, menciona que otro parámetro es la generación de

monóxido de carbono en la producción de EPS generado por la descomposición térmica que ocurre al entrar en contacto las láminas de EPS con los alambres calientes en el proceso de corte, por lo tanto si hay monóxido de carbono en el aire, este podría ser una amenaza para la salud y causar irritación en el tracto respiratorio o los ojos, por otro en la producción de EPS se emite dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno que son propias de la combustión del petróleo utilizado en la caldera.

El ECA del aire no considera al pentano como un peligro para el medio ambiente, por lo tanto se podría asumir que la exposición prolongada al pentano no es perjudicial para el medio ambiente, pero eso no significa que no sea perjudicial para la salud al estar en contacto con este por un largo periodo de tiempo. Según NOVA Chemicals Corporation (2005) los componentes del agente expansor (pentano) del EPS pueden irritar el sistema respiratorio, la piel, los ojos y la inhalación de este podría producir dolores de cabeza, además de dañar los pulmones químicamente en caso de aspirarlo.

Por otro lado los parámetros según los ECA del suelo empiezan a regular el uso de hidrocarburos a partir de la Fracción de hidrocarburos F1 (C6-C10), en el caso de la producción de EPS el pentano pertenece a la cadena C₅H₁₂, por lo que no hay parámetros y valores para su uso, mientras que en la producción de un embalaje biodegradable los residuos generados son orgánicos y no afectan al suelo.

En cuanto al ECA del agua no hay riesgos en la producción de EPS, en caso de que el pentano (C₅H₁₂) entre en contacto con el agua, ya que según los parámetros establecidos se consideran dañinos los hidrocarburos totales de petróleo desde la cadena C₈ hasta la C₄₀, mientras que en la producción de un embalaje biodegradable los microorganismos que son utilizados en la elaboración de este no son perjudiciales al estar en contacto con el agua.

Por otra parte el ECA del ruido establece ciertos parámetros según la zona donde se ubique la industria, para este caso se considera que la producción de ambos embalajes se desarrolla en un parque industrial.

A continuación se muestra un resumen de los ECA involucrados en los procesos productivos de ambos tipos de embalaje.

Tabla 24

Estándares de Calidad Ambiental para el proceso de fabricación de un embalaje de EPS y uno biodegradable

	Poliestireno expandido			Biodegradable		
ECA	Parámetro	Periodo	Valor	Parámetro	Periodo	Valor
Aire	Material Particulado con diámetro menor a 2,5 micras	Anual	25 µg/m3	Material Particulado con diámetro menor a 2,5 micras	Anual	25 µg/m3
	Material Particulado con diámetro menor a 10 micras	Anual	50 µg/m3			
	Monóxido de carbono (CO)	Hora	30000 µg/m3	Material Particulado con diámetro menor a 10 micras	Anual	50 µg/m3
	Dióxido de Azufre (SO2)	Día	250 µg/m3			
	Dióxido de Nitrógeno(NO2)	Hora	200 µg/m3			
Suelo	Ninguno			Ninguno		
Agua	Ninguno			Ninguno		
Ruido	Zona Industrial	presión sonora constante	70-80 LA eqT	Zona Industrial	presión sonora constante	70-80 LA eqT

Nota. Estándares de Calidad Ambiental involucrados en los procesos productivos del embalaje de espuma de poliestireno expandido y un embalaje biodegradable. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019

4.5.1.3 Identificación de los impactos ambientales de las actividades de los procesos productivos

A. Proceso productivo de un embalaje de EPS

En este punto se realiza la identificación de los impactos potenciales que pueden producirse en el proceso productivo de un embalaje de espuma de poliestireno expandido. Para identificar los impactos ambientales se procedió a evaluar las actividades descritas en la Tabla 13, reconociendo las acciones que podrían tener impactos relevantes para el medio ambiente, de tal manera que nos ayuden a determinar los aspectos ambientales de cada actividad y el factor ambiental involucrado.

Tabla 25

Identificación de Factores e Impactos Ambientales de las actividades del proceso productivo del embalaje de EPS

Actividad	Aspecto Ambiental	Factor Ambiental	Impacto Ambiental
Almacenamiento de materia prima	Generación de residuos de los empaques de la materia prima	Suelo Económico	Alteración de la calidad del suelo Generación de empleo
Pre expansión de perlas	Generación de gases de combustión y emisiones gaseosas en la pre expansión de las perlas por la combustión del petróleo del caldero. Generación de residuos particulados Generación de ruido Uso de Agua Generación de residuos peligrosos de los envases de insumos químicos Desprendimiento de vapores de pentano	Aire Agua Suelo Población Económico	Alteración de la calidad del aire por emisión de gases Alteración de la calidad del aire por aumento de presión sonora Disminución del recurso hídrico Alteración de la calidad del suelo Posible afectación a la salud Generación de empleo
Transferencia de perlas	Generación de ruido Generación de material particulado	Aire Económico	Alteración de la calidad del aire por aumento de presión sonora Alteración de la calidad del aire por la presencia de material particulado Generación de empleo
Secado de perlas	Generación de ruido	Aire Económico	Alteración de la calidad del aire por aumento de presión sonora Generación de empleo
Reposo de material	Generación de residuos particulados	Aire Económico	Alteración de la calidad del aire por la presencia de material particulado Generación de empleo
Moldeo de perlas	Generación de Ruido Generación de residuos particulados Uso de Agua	Aire Agua Económico	Alteración de la calidad del aire por aumento de presión sonora Alteración de la calidad del aire por la presencia de material particulado Disminución del recurso hídrico Generación de empleo
Secado de bloques	Generación de ruido Generación de residuos particulados	Aire Económico	Alteración de la calidad del aire por aumento de presión sonora Alteración de la calidad del aire por la presencia de material particulado Generación de empleo
Corte de bloques	Generación de ruido Generación de residuos particulados Emisión de gases por corte de bloques	Aire Población Económico	Alteración de la calidad del aire por aumento de presión sonora Alteración de la calidad del aire por la presencia de material particulado Alteración de la calidad del aire por emisión de gases Posible afectación a la salud Generación de empleo
Llevar bloques a almacén	Generación de ruido Generación de residuos particulados	Aire Económico	Alteración de la calidad del aire por aumento de presión sonora Alteración de la calidad del aire por la presencia de material particulado Generación de empleo

Nota. Identificación de Factores e Impactos Ambientales de las actividades del proceso productivo del embalaje de Espuma de Poliestireno Expandido. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019

Diagrama de entradas y salidas de factores e impactos ambientales de las actividades del proceso productivo de un embalaje de EPS

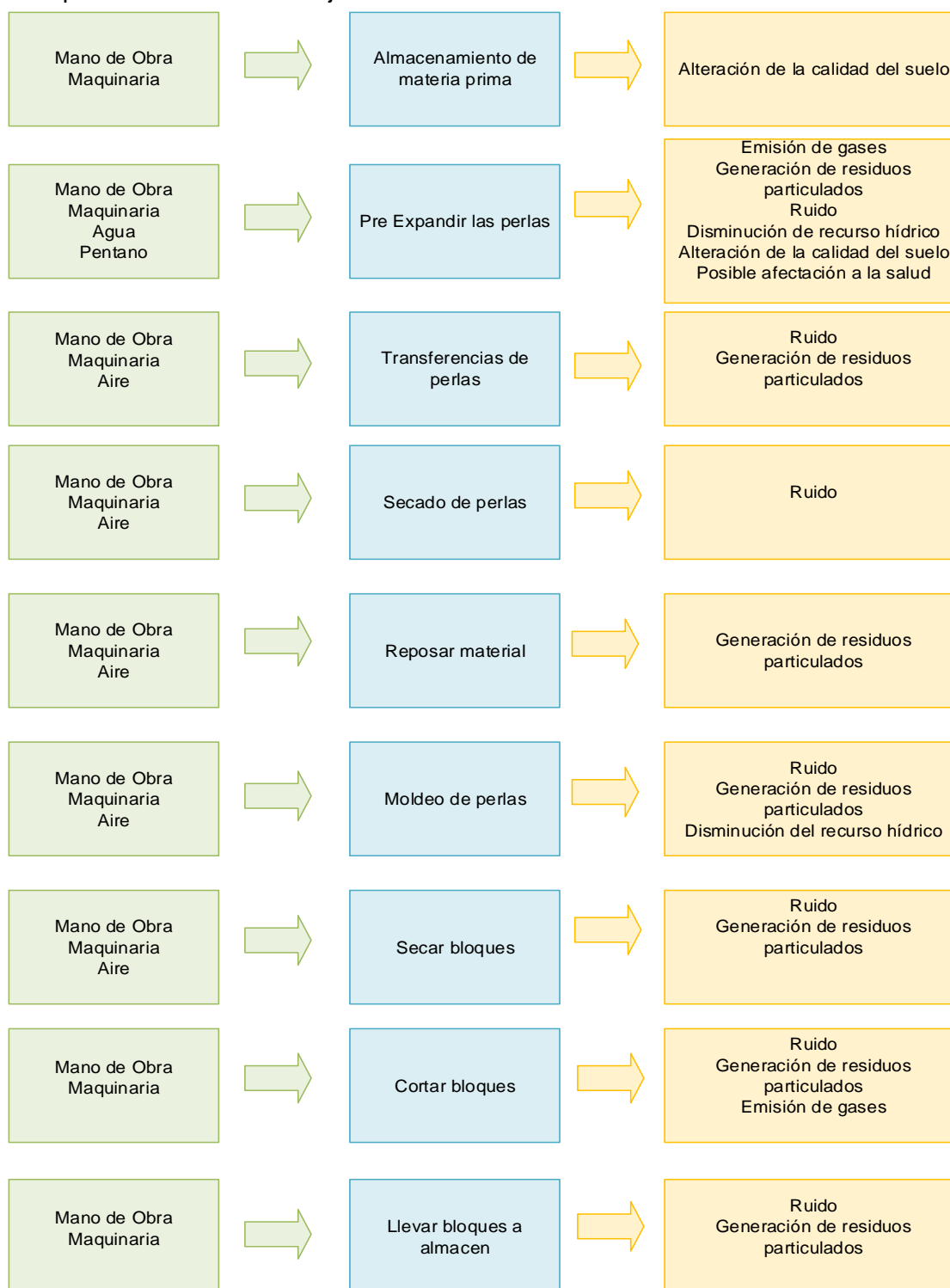


Figura 47. Diagrama de entradas y salidas de las actividades del proceso productivo de un embalaje de EPS. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019.

En la Figura 47 se muestra un diagrama de flujo de entradas y salidas de los factores ambientales y los impactos ambientales generados por cada actividad del proceso productivo de EPS

B. Identificación de impactos del proceso productivo de un embalaje biodegradable

En este punto se realiza la identificación de los impactos potenciales que pueden producirse en el proceso productivo de un embalaje biodegradable. Para identificar los impactos ambientales se procedió a evaluar las actividades descritas en la Tabla 19, reconociendo las acciones que podrían tener impactos relevantes para el medio ambiente, de tal manera que nos ayuden a determinar los aspectos ambientales de cada actividad y el factor ambiental involucrado.

Tabla 26

Identificación de Factores e Impactos Ambientales de las actividades del proceso productivo del embalaje biodegradable

Actividad	Aspecto Ambiental	Factor Ambiental	Impacto Ambiental
Almacenamiento de residuos agrícolas	Generación de residuos particulados Ruido	Aire Económico	Alteración de la calidad del aire por la presencia de material particulado Generación de empleo
Triturar residuos agrícolas	Generación de residuos particulados Ruido	Aire Población Económico	Alteración de la calidad del aire por la presencia de material particulado Alteración de la calidad del aire por aumento de presión sonora. Posible afectación a la salud Generación de empleo
Mezclar residuos agrícolas	Generación de residuos particulados Ruido Uso de Agua	Aire Agua Económico	Alteración de la calidad del aire por la presencia de material particulado. Alteración de la calidad del aire por aumento de presión sonora. Disminución del recurso hídrico Generación de empleo
Pasteurizar residuos agrícolas	Ruido Generación de residuos particulados Generación de bolsas para autoclaves	Aire Suelo Económico	Alteración de la calidad del aire por aumento de presión sonora. Alteración de la calidad del aire por la presencia de material particulado. Alteración de la calidad del suelo Generación de empleo
Enfriar residuos agrícolas	Ruido Uso de agua	Aire Agua Económico	Alteración de la calidad del aire por aumento de presión sonora Disminución del recurso hídrico Generación de empleo
Inocular mezcla con hongos	Generación de residuos particulados Ruido Uso de Agua	Aire Agua Económico	Alteración de la calidad del aire por la presencia de material particulado Alteración de la calidad del aire por aumento de presión sonora Disminución del recurso hídrico Generación de empleo
Llenar moldes con mezcla inoculada	Ruido Generación de residuos particulados	Aire Económico	Alteración de la calidad del aire por aumento de presión sonora Alteración de la calidad del aire por la presencia de material particulado
Moldear mezcla	Intercambio gaseoso de O ₂ por CO ₂	Población Económico	Posible afectación a la salud Generación de empleo
Hornear mezcla	Ruido Generación de residuos particulados Emisión de gases por combustión del material o residuos	Aire Económico	Alteración de la calidad del aire por emisión de gases Alteración de la calidad del aire por aumento de presión sonora Alteración de la calidad del aire por la presencia de material particulado Generación de empleo
Llevar piezas a almacén	Ruido Generación de residuos particulados	Aire Económico	Alteración de la calidad del aire por aumento de presión sonora Alteración de la calidad del aire por la presencia de material particulado Generación de empleo

Nota. Identificación de Factores e Impactos Ambientales de las actividades del proceso productivo del embalaje biodegradable. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019

En la Figura 48 se muestra un diagrama de flujo de entradas y salidas de los factores ambientales y los impactos ambientales generados por cada actividad del proceso productivo de un embalaje biodegradable.

Diagrama de entradas y salidas de factores e impactos ambientales de las actividades del proceso productivo de un embalaje biodegradable

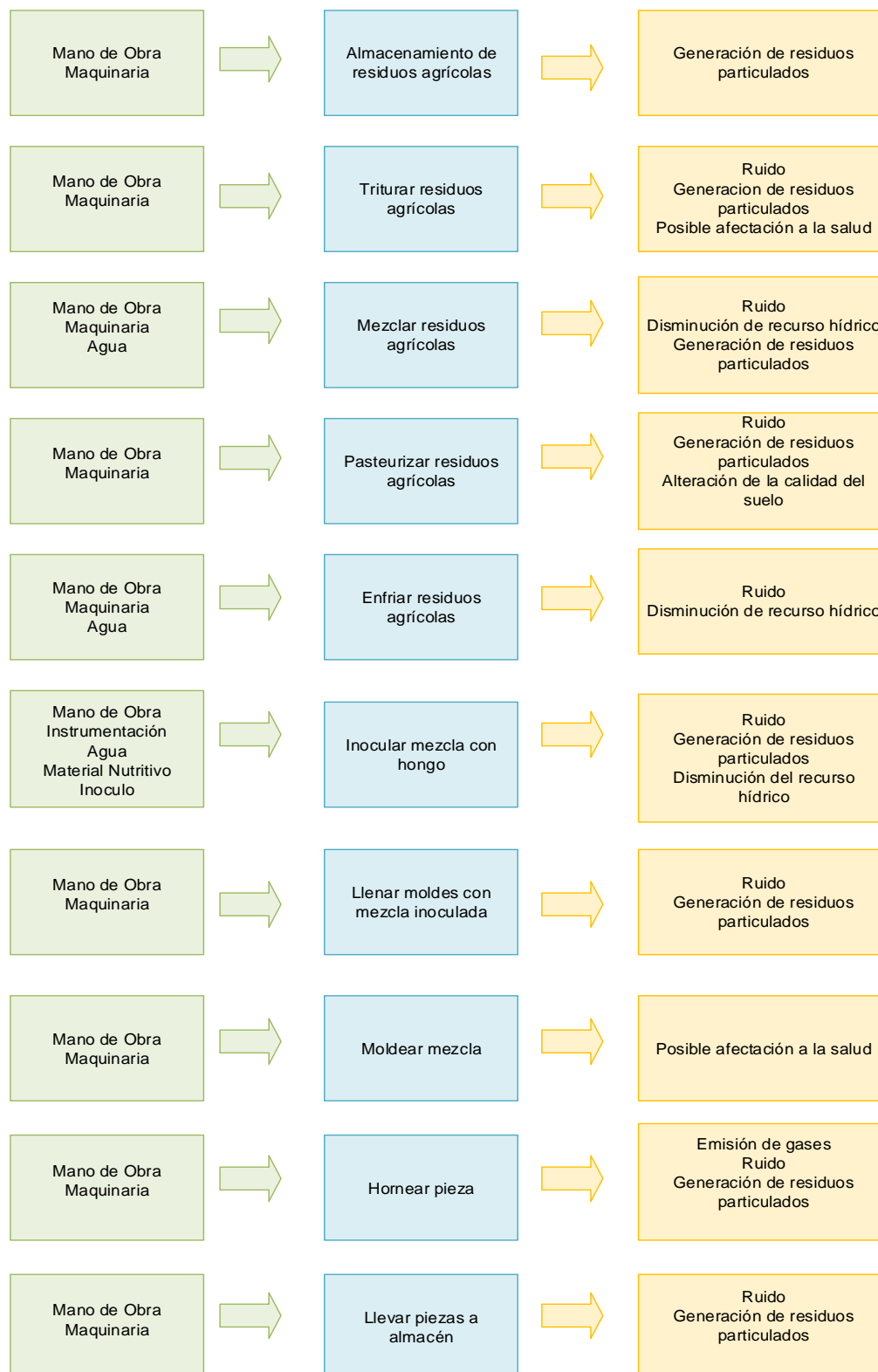


Figura 48. Diagrama de entradas y salidas de las actividades del proceso productivo de un embalaje biodegradable. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019.

Según Burzynski (2016) los productos elaborados a base de petróleo consumen mucha energía, por ejemplo la producción de un pie cubico de EPS contiene 1.5 litros de petróleo, sin embargo los materiales elaborados a base de micelios y residuos agrícolas son muy competitivos frente a los materiales de EPS en términos de costos de fabricación, biodegradabilidad y emisiones de CO2. Por otro lado el autor hizo un análisis de la producción de 1 m3 de ambos materiales en términos de energía utilizada y liberación de CO2, obteniendo los datos mostrados en la Tabla 27.

Tabla 27

Análisis de materiales derivados de hongos y espuma de poliestireno expandido

Producto	Energía Utilizada	Liberación de CO2
Espuma de Poliestireno expandido	4,667 MJ	462 Kg
Material derivado de micelios de hongos	652 MJ	31 Kg

Nota. Análisis de la energía utilizada y liberación de CO2 de la producción de 1m3 de espuma de poliestireno expandido y 1 m3 de material derivado de micelios de hongo. Adaptado de "An Analysis of Myco-materials and Polystyrene Foams" por T. Burzynski, 2016.

Respecto a estos datos se puede afirmar que para producir 1m3 de EPS se necesita casi 7 veces más energía y se liberan casi 15 veces más emisiones de CO2 a la atmósfera.

4.5.2 Disposición Final

En este punto se analizó como es el entorno de la disposición final de ambos tipos de embalajes, como es el manejo de los residuos sólidos y que leyes lo regulan. También el análisis de los procesos y actividades que se realizan desde el proceso de compra hasta la disposición final y degradación de los embalajes, estos se representaran mediante un diagrama de flujo y diagrama de operaciones de procesos.

4.5.2.1 Descripción del entorno

A. Descripción del entorno de la disposición final de un embalaje de EPS

El área de influencia de la disposición final de un embalaje de espuma de poliestireno expandido es un botadero de basura, este tipo de material tarda aproximadamente hasta 1000 años en degradarse, por lo tanto tiene un impacto negativo de alta intensidad en un botadero de basura.

Esta área tiene un impacto directo en el suelo ya que residuos de todo tipo son colocados en él, si bien los botaderos de basura son terrenos degradados, el suelo se ve afectado inmediatamente.

Los botaderos de basura autorizados y rellenos sanitarios se rigen al Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (PIGARS) determinados por las municipalidades provinciales de cada departamento del Perú. Las municipalidades determinan el área de un botadero de basura de acuerdo a determinados factores como la distancia de la población más cercana. Por otra parte el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2018), afirma que en el Perú contamos con 32 rellenos sanitarios. En el siguiente mapa podemos observar la ubicación de estos.

Mapa de Rellenos Sanitarios en Perú

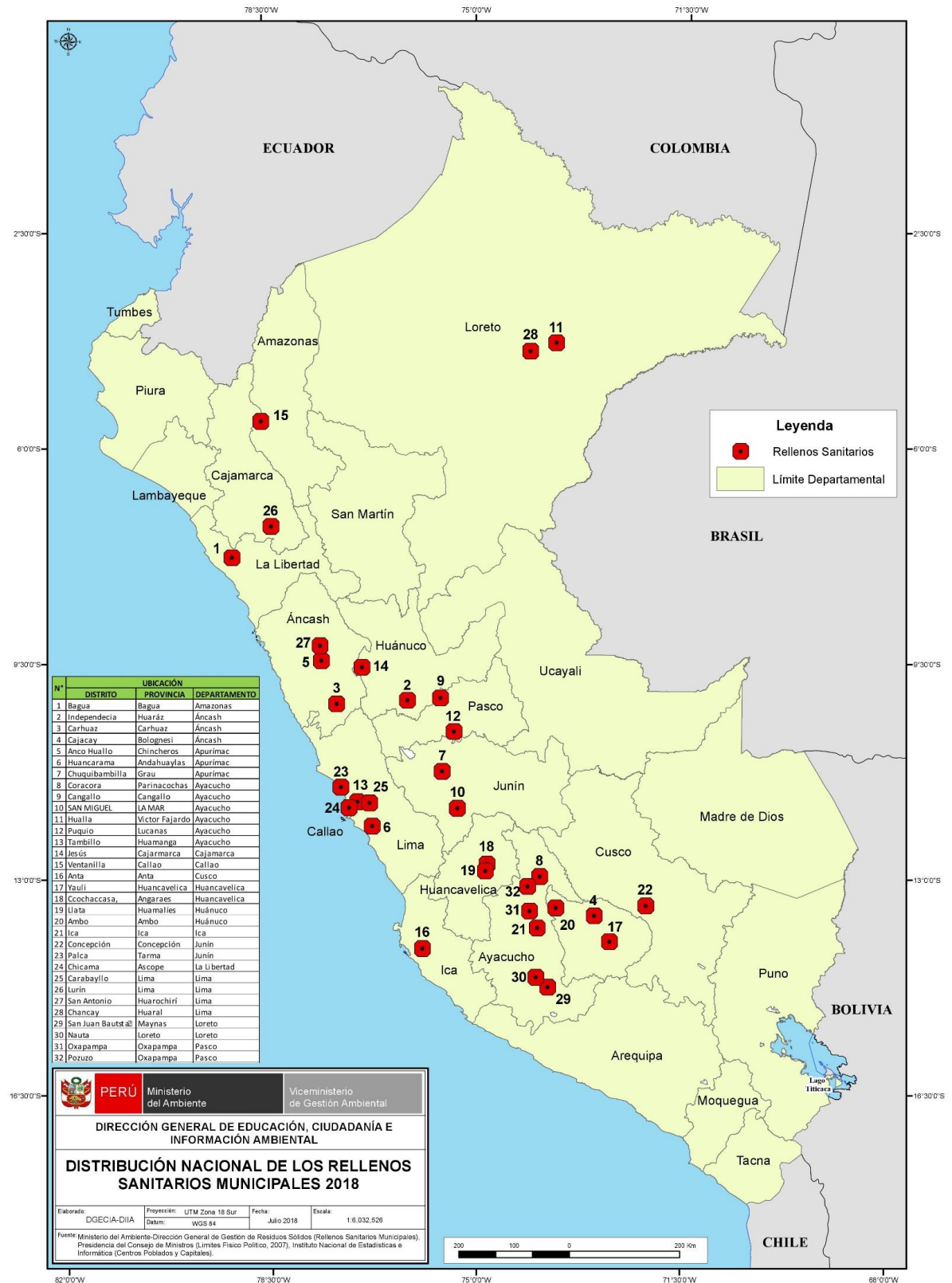
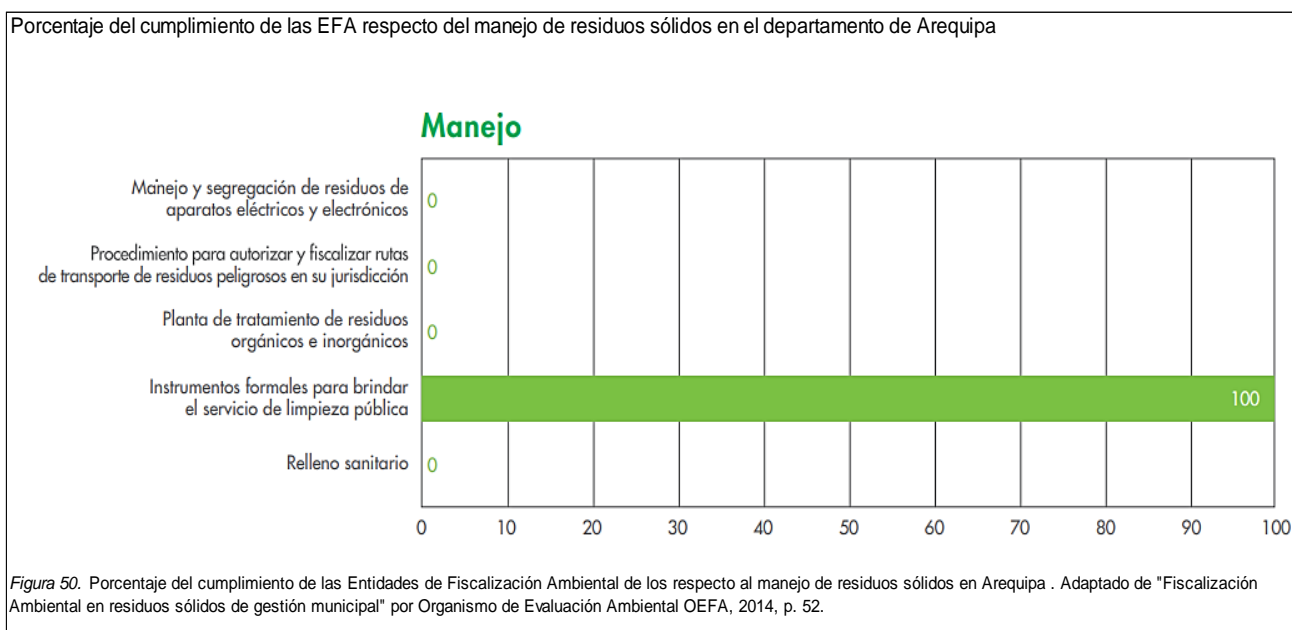


Figura 49. Distribución Nacional de los Rellenos Sanitarios Municipales. Adaptado de "Sistema Nacional de Información Ambiental" por Ministerio del Ambiente MINAM, 2018.

Como se puede apreciar en la Figura 49, en el Perú no todos los departamentos cuentan con rellenos sanitarios por lo tanto se utilizan botaderos de basura para la disposición final de los residuos y la cantidad de rellenos sanitarios que hay en el Perú no son suficientes para toda la basura generada. Según MINAM (2018) en el Departamento de Arequipa no existen rellenos sanitarios, y según la OEFA (2014) el botadero de basura de Quebrada Honda es uno los botaderos más críticos del país, por otro lado el porcentaje de cumplimiento de las Entidades Fiscalizadoras Ambientales (EFA) respecto del manejo de residuos sólidos en el departamento de Arequipa se puede ver en la Figura 50.



Por otro lado la supervisión y fiscalización ambiental de la gestión municipal de cada ciudad, se rigen a las bases legales mostradas en la Tabla 28.

Tabla 28
Base legal de fiscalización de residuos sólidos

Ley	Artículo (N°)	Extracto
Ley N° 27314 - Ley General de Residuos Sólidos, modificada por el Decreto Legislativo N° 1065	Artículo 10°.- Del rol de las Municipalidades	Las municipalidades provinciales son responsables por la gestión de los residuos sólidos de origen domiciliario, comercial y de aquellas actividades que generen residuos similares a estos, en todo el ámbito de su jurisdicción, efectuando las coordinaciones con el gobierno regional al que corresponden, para promover la ejecución, revalorización o adecuación, de infraestructura para el manejo de los residuos sólidos, así como para la erradicación de botadores que pongan en riesgo la salud de las personas y del ambiente.
Ley N° 27972 - Ley Orgánica de Municipalidades	Artículo 80°.- Saneamiento, salubridad y salud.-	Las municipalidades, en materia de saneamiento, salubridad y salud, ejercen las siguientes funciones: Regular y controlar el proceso de disposición final de desechos sólidos, líquidos y vertimientos industriales en el ámbito provincial. Proveer del servicio de limpieza pública determinando las áreas de acumulación de desechos, rellenos sanitarios y el aprovechamiento industrial de desperdicios.
Ley N° 29419 - Ley que Regula la Actividad de los Recicladores	Artículo 5°.- Regulación Local	La actividad de los recicladores es regulada por los gobiernos locales como entes rectores, en el marco de sus atribuciones. El régimen de regulación local se orienta a incorporar a los recicladores como parte del sistema local de gestión de residuos sólidos.
Reglamento de la Ley N° 29419 - Ley que Regula la Actividad de los Recicladores, aprobado por Decreto Supremo N° 005-2010-MINAM	Artículo 7°.- Gobiernos Locales	Las Municipalidades Distritales y Provinciales, en el ámbito de su jurisdicción, son las responsables de: Fiscalizar las actividades de segregación y recolección selectiva de residuos sólidos y formalización de recicladores.
Reglamento Nacional para la Gestión y Manejo de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2012-MINAM	Artículo 9°.- Gobiernos Locales	Los Gobiernos Locales tienen las siguientes funciones: Apoyar la implementación de los Planes de Manejo de los RAEE generados por la población en el ámbito de su jurisdicción municipal. Promover los principios de Responsabilidad Extendida del Productor, fomentando y facilitando en sus jurisdicciones la implementación de sistemas de manejo de RAEE individuales y colectivos. Promover campañas de sensibilización y de acopio de RAEE conjuntamente con los productores, operadores de RAEE y otros. En el marco de sus competencias en materia de gestión de residuos sólidos, promover la segregación de los RAEE del residuo sólido en la fuente de generación para su manejo diferenciado por medio de operadores de RAEE y otros.
Ley N° 28256 - Ley que regula el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos	Artículo 7°.- De las Municipalidades Provinciales.-	Las Municipalidades Provinciales señalan las vías alternas para el tránsito de las unidades que transportan materiales y residuos peligrosos así como los lugares de estacionamiento de las mismas, para los cuales coordina con la Comisión Ambiental Regional (CAR) y la Dirección competente del Gobierno Regional.

Nota. Resumen de la base legal de fiscalización de residuos sólidos. Adaptado de "gob.pe" por Congreso de la República, 2019.

B. Descripción del entorno de la disposición final de un embalaje biodegradable

El área de influencia de la disposición final del embalaje biodegradable que es objeto de nuestra investigación, sería el jardín de nuestra casa, una maceta con tierra o un parque, el embalaje biodegradable se convertiría en compost ya que el biomaterial se degradaría al entrar en

contacto con la tierra y el agua, convirtiéndolo en abono para las plantas, ya que está compuesto por 100% de materia orgánica.

4.5.2.2 Descripción de las actividades de los procesos en la disposición final

A. Descripción de las actividades de la disposición final de un embalaje de EPS

El proceso de disposición final de un embalaje de espuma de poliestireno que se consideró en la presente investigación, empieza desde la compra de un producto con embalaje de EPS hasta la degradación de este material en un botadero de basura.

El proceso disposición final de un embalaje de EPS se ve reflejado en el diagrama de flujo mostrado en la Figura 51:

Diagrama de flujo de los procesos de la disposición final del embalaje de EPS

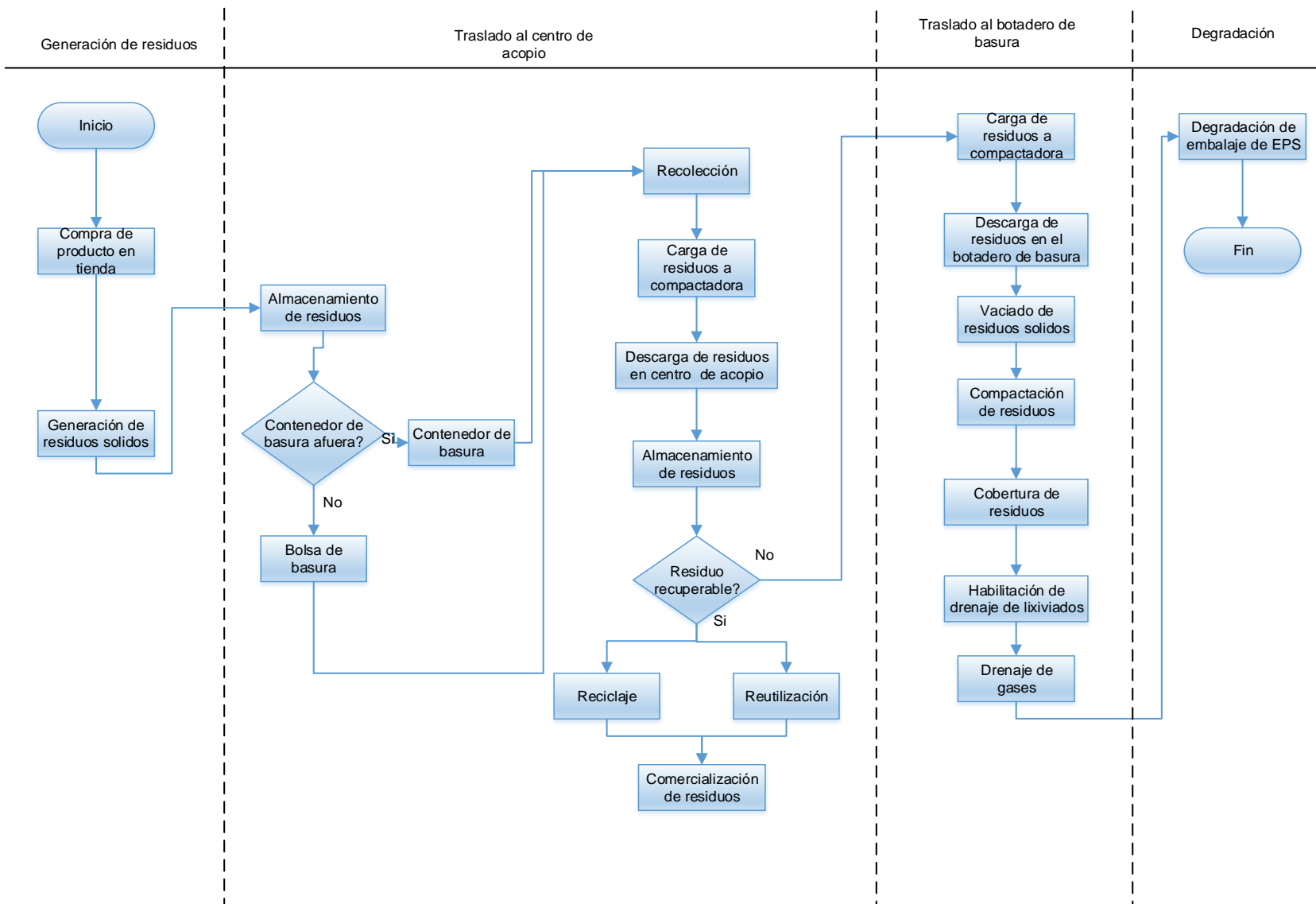


Figura 51. Diagrama de flujo de los procesos de la disposición final del embalaje de EPS. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019.

Las actividades que describen cada etapa y proceso de la disposición final de un embalaje de EPS son las siguientes:

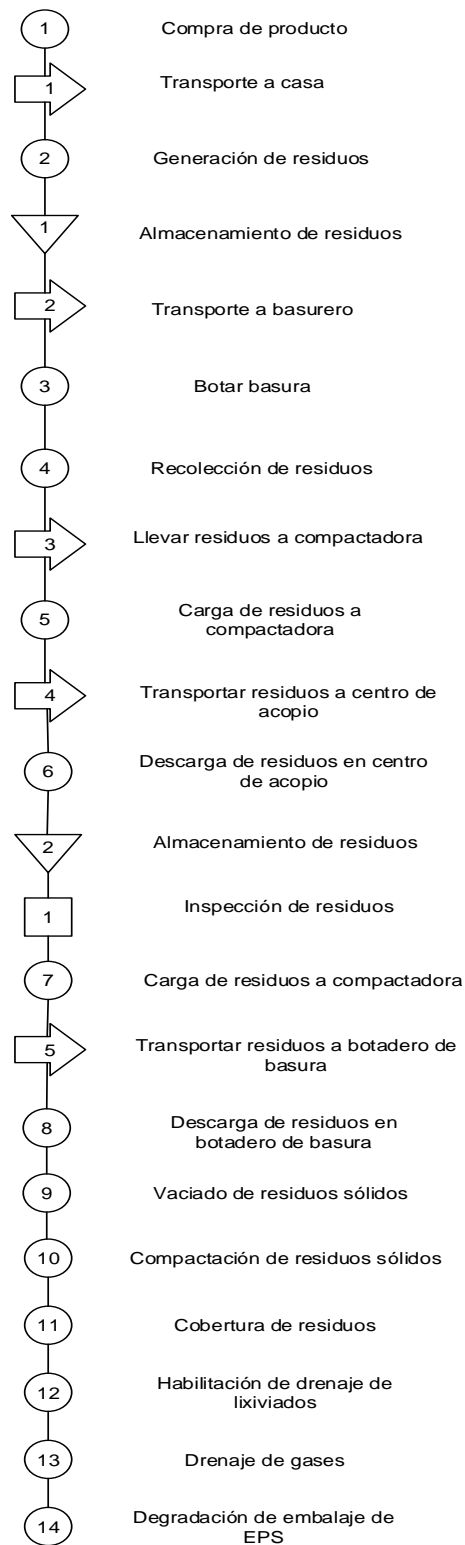
Tabla 29
Actividades de la disposición final del embalaje de EPS

ETAPA	PROCESO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES
Generación de residuos	Compra	Compro producto con embalaje	Compra de producto en tienda Traslado de producto hasta la casa Se abre el empaque del producto en la casa
	Generación	Se genera basura en la casa	Generación de basura después de haber comprado un producto con embalaje Almacenamiento temporal del embalaje en el basurero Traslado de bolsa al contenedor de basura o puerta de la casa
Traslado al centro de acopio	Recolección	Recoger residuos	Recolección de basura de casas y contenedores Carga de desechos en la compactadora
	Almacenamiento	Se almacena el embalaje	Transporte de desechos al centro de acopio. Descarga de desechos en el centro de acopio. Almacenamiento y comercialización de desechos recuperables en el centro de acopio.
Traslado al botadero de basura	Transporte	Transportar residuos en el vehículo de recolección municipal	Carga de desechos en el centro de acopio Traslado de desechos al centro de disposición final Ingreso de vehículo al botadero de basura
	Disposición final	Depositar los residuos permanentemente	Vaciado de residuos sólidos Compactación de residuos Cobertura de residuos Habilitación de drenaje de lixiviados Drenaje de gases
Degradación	Degradación	Degradación de embalaje	Degradación de embalaje de EPS

Nota. Descripción de las etapas, procesos y actividades de la disposición final del embalaje de EPS. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019

El siguiente diagrama de operaciones de procesos (Figura 52), muestra la representación gráfica de la secuencia de actividades incluidas en los procesos que involucran la disposición final de un embalaje de espuma de poliestireno expandido, incluyendo operaciones, inspecciones, transportes y esperas.

Diagrama de operaciones de procesos de la disposición final de un embalaje de EPS



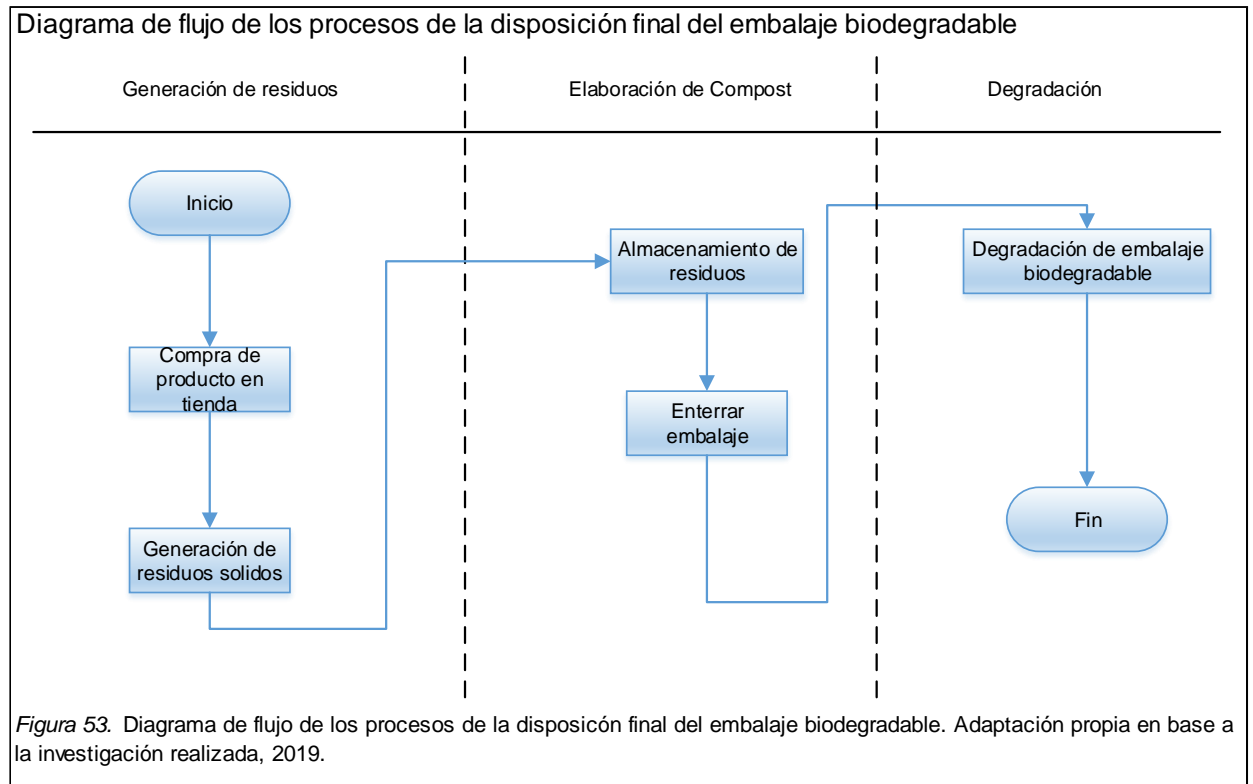
Actividad	Número
○	14
□	1
→	5
▽	0
▽	2
□	0

Figura 52. Diagrama de operaciones del proceso de disposición final de un embalaje de EPS. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019.

B. Descripción de las actividades de la disposición final de un embalaje biodegradable

El proceso de disposición final de un embalaje biodegradable que se consideró en la presente investigación, empieza desde la compra de un producto con embalaje biodegradable hasta la degradación de este material en el jardín de la casa o una maceta con tierra.

El proceso disposición final de un embalaje biodegradable se ve reflejado en el diagrama de flujo mostrado en la Figura 53:



Las actividades que describen cada etapa y proceso de la disposición final de un embalaje de biodegradable son las siguientes:

Tabla 30

Actividades de la disposición final del embalaje biodegradable

ETAPA	PROCESO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES
Generación de residuos	Compra	Compro un producto con embalaje	Compra de producto en tienda Traslado de producto hasta la casa Se abre el empaque del producto en la casa
	Generación	Se generan residuos sólidos	Generación de residuos después de haber comprado un producto con embalaje
Elaboración de compost	Compostaje	Compostaje en plantas	Almacenamiento temporal de embalaje biodegradable en casa Enterrar embalaje
Degradación	Degradación	Degradación de embalaje	Degradación de embalaje biodegradable

Nota. Descripción de las etapas, procesos y actividades de la disposición final del embalaje biodegradable. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019

El siguiente diagrama de operaciones de procesos (Figura 54), muestra la representación gráfica de la secuencia de actividades incluidas en los procesos que involucren la disposición final de un embalaje biodegradable, incluyendo operaciones, inspecciones, transportes y esperas.

Diagrama de operaciones de procesos de la disposición final de un embalaje biodegradable

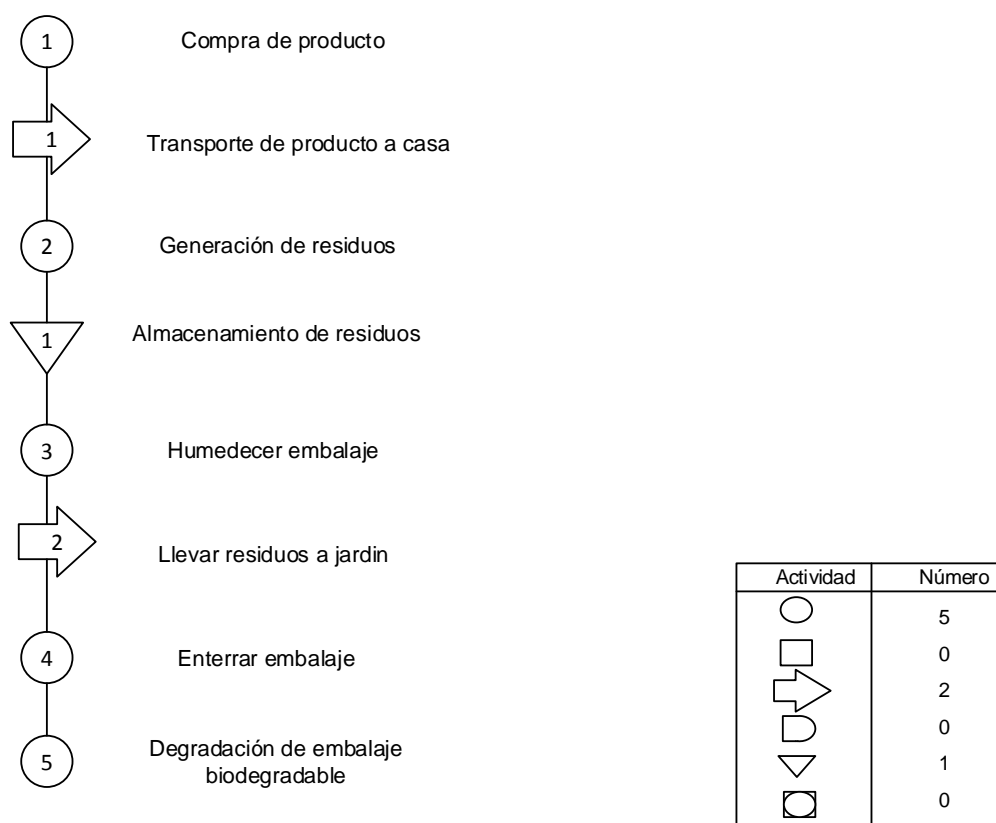


Figura 54. Diagrama de operaciones del proceso de disposición final de un embalaje biodegradable. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019.

4.6 Valorización de Impactos

4.6.1 Matriz de Impactos del proceso productivo

La valorización de impactos consiste en evaluar las actividades que tienen un impacto ambiental según el aspecto ambiental identificado. En el caso de la evaluación de impactos de los procesos productivos para ambos embalajes, se utilizará la matriz de Conesa según la metodología propuesta en el punto 3.6.6.2 y se estimará la importancia del impacto evaluando los 11 criterios descritos en este punto.

El signo (+) representa un impacto positivo, mientras que el signo (-) representa un impacto negativo para el medio ambiente.

4.6.1.1 Proceso productivo del Embalaje de Espuma Poliestireno Expandido

En la Tabla 25, se identificaron los aspectos e impactos ambientales involucrados en las actividades del proceso productivo del embalaje de EPS, en la Tabla 31, estas actividades impactantes se clasificaron según los factores ambientales involucrados, en esta tabla se puede apreciar la calificación de las actividades impactantes del proceso productivo de un embalaje de espuma de poliestireno expandido, obteniendo que el factor ambiental más perjudicado es el aire, teniendo a la pre expansión de las perlas y el corte de bloques como las actividades con mayor impacto negativo. La valoración de cada criterio nos da la importancia del impacto de la actividad.

Tabla 31

Importancia del Impacto del proceso productivo del embalaje de EPS

Factor Ambiental	Actividad Impactante	N	3IN	2EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMP
Aire	Pre expansión de perlas	-	4	8	2	4	2	2	4	4	4	4	-54
	Transferencia de perlas	-	1	1	4	2	1	1	1	4	4	2	-24
	Secado de perlas	-	1	2	4	2	1	1	1	4	4	2	-26
	Reposo de material	-	1	1	4	2	1	1	1	4	4	1	-23
	Moldeo de perlas	-	2	4	4	2	1	1	1	4	4	2	-33
	Secado de bloques	-	1	1	4	2	1	1	1	4	4	1	-23
	Corte de bloques	-	4	4	4	2	2	2	4	4	4	4	-46
	Llevar bloques a almacén	-	1	1	4	2	1	1	1	4	4	2	-24
Suelo	Almacenamiento de materia prima	-	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	-18
	Pre expansión de perlas	-	2	1	2	2	4	1	1	1	2	4	-25
Agua	Pre expansión de perlas	-	2	2	1	4	2	2	1	1	4	2	-27
	Moldeo de perlas	-	2	2	1	4	2	2	1	1	4	2	-27
Población	Pre expansión de perlas	-	1	1	4	2	1	1	4	4	4	2	-27
	Corte de bloques	-	1	1	4	2	1	1	4	4	4	2	-27
Económico	Almacenamiento de materia prima	+	1	1	4	2	2	2	1	4	2	2	24
	Transferencia de perlas	+	1	1	4	2	2	2	1	4	2	2	24
	Secado de perlas	+	1	1	4	2	2	2	1	4	2	2	24
	Reposo de material	+	1	1	4	2	2	2	1	4	2	2	24
	Moldeo de perlas	+	1	1	4	2	2	2	1	4	2	2	24
	Secado de bloques	+	1	1	4	2	2	2	1	4	2	2	24
	Corte de bloques	+	1	1	4	2	2	2	1	4	2	2	24
	Llevar bloques a almacén	+	1	1	4	2	2	2	1	4	2	2	24

Nota. Matriz de Conesa para determinar la importancia del impacto del proceso productivo del embalaje de EPS. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019

4.6.1.2 Proceso productivo del Embalaje Biodegradable

En la Tabla 26, se identificaron los aspectos e impactos ambientales involucrados en las actividades del proceso productivo del embalaje de biodegradable, en la Tabla 32, estas actividades impactantes se clasificaron según los factores ambientales involucrados, en esta tabla se puede apreciar la calificación de las actividades impactantes del proceso productivo de un embalaje de biodegradable, obteniendo que el factor ambiental más perjudicado es el aire, teniendo a la trituración y mezcla de residuos agrícolas como las actividades con mayor impacto negativo. La valoración de cada criterio muestra la importancia del impacto de la actividad.

Tabla 32

Importancia del Impacto del proceso productivo del embalaje biodegradable

Factor Ambiental	Actividad Impactante	N	3IN	2EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMP
Aire	Almacenamiento de residuos agrícolas	-	1	1	4	1	1	1	1	1	2	1	-17
	Triturar residuos agrícolas	-	4	2	4	1	1	2	1	1	4	2	-32
	Mezclar residuos agrícolas	-	2	2	4	1	1	1	1	1	4	2	-25
	Pasteurizar residuos agrícolas	-	1	1	4	1	1	1	1	1	4	1	-19
	Enfriar residuos agrícolas	-	1	1	4	1	1	1	1	1	4	1	-19
	Inocular mezcla con hongos	-	1	1	4	1	1	1	1	1	4	1	-19
	Llenar moldes con mezcla inoculada	-	1	1	4	1	1	1	1	1	4	1	-19
	Hornear mezcla	-	1	1	4	1	1	1	1	1	4	2	-20
	Llevar piezas a almacén	-	1	1	4	1	1	1	1	1	4	1	-19
Suelo	Pasteurizar residuos agrícolas	-	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	-18
Agua	Mezclar residuos agrícolas	-	1	2	1	4	2	2	1	1	4	2	-24
	Enfriar residuos agrícolas	-	1	2	1	4	2	2	1	1	4	2	-24
	Inocular mezcla con hongos	-	1	2	1	4	2	2	1	1	4	2	-24
Población	Triturar residuos agrícolas	-	1	1	4	2	1	1	4	4	4	2	-27
	Moldear mezcla	-	1	1	4	2	1	1	4	4	4	2	-27
Económico	Almacenamiento de residuos agrícolas	+	1	1	4	2	2	2	1	4	2	2	24
	Triturar residuos agrícolas	+	1	1	4	2	2	2	1	4	2	2	24
	Mezclar residuos agrícolas	+	1	1	4	2	2	2	1	4	2	2	24
	Pasteurizar residuos agrícolas	+	1	1	4	2	2	2	1	4	2	2	24
	Enfriar residuos agrícolas	+	1	1	4	2	2	2	1	4	2	2	24
	Inocular mezcla con hongos	+	1	1	4	2	2	2	1	4	2	2	24
	Llenar moldes con mezcla inoculada	+	1	1	4	2	2	2	1	4	2	2	24
	Moldear mezcla	+	1	1	4	2	2	2	1	4	2	2	24
	Hornear mezcla	+	1	1	4	2	2	2	1	4	2	2	24
	Llevar piezas a almacén	+	1	1	4	2	2	2	1	4	2	2	24

Nota. Matriz de Conesa para determinar la importancia del impacto del proceso productivo del embalaje biodegradable. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019

4.6.2 Matriz de Impactos de la disposición final

A través de la matriz de impactos, se evalúa la interacción de las actividades y los factores ambientales que tienen un impacto ambiental según los factores ambientales identificados. En el caso de la evaluación de las actividades de la disposición final de ambos embalajes, para el desarrollo de esta matriz se tomó en cuenta la matriz de Leopold propuesta en el punto 3.6.6.1, según esta metodología se identificaron todos los impactos negativos y positivos de las actividades de los procesos de la disposición final de los embalajes de EPS y biodegradables, posteriormente se calificó la magnitud e importancia del impacto de las actividades y que impacto tiene en los factores ambientales. Los valores de la magnitud van precedidos del signo (+) en caso de ser positivo y el signo (-) si es negativo.

4.6.2.1 Disposición final del Embalaje de Espuma de Poliestireno Expandido

En la Tabla 33 se puede apreciar la interacción de las actividades mencionadas en la de la disposición final de un embalaje de espuma de poliestireno expandido mencionadas en la Tabla 29 y los factores ambientales que podrían verse afectados, obteniendo que los factores más perjudicados son el suelo, debido a la calidad de este y la salud, ya que la salud de la mano de obra se ve afectada.

La Tabla 34 muestra las calificaciones de las celdas de la Tabla 33 ya multiplicadas, para obtener más fácilmente la agregación de los impactos, para determinar que tan perjudicado o beneficiado es el factor ambiental.

Tabla 33

Evaluación del Impacto Ambiental del proceso de disposición final del embalaje de EPS

ACTIVIDADES FACTORES AMBIENTALES			Generación de residuos					Traslado al centro de acopio					Traslado al botadero de basura								Degradación																
			Compra de producto en tienda	Traslado del producto hasta la casa	Se abre el empaque del producto en la casa	Generación de basura después de haber comprado el producto con embalaje	Almacenamiento temporal del embalaje de EPS en el basurero	Traslado de bolsa de basura al contenedor o puerta de la casa	Recolección de basura de casa y contenedores	Carga de desechos en la compactadora de basura	Transporte de desechos al centro de acopio	Descarga de desechos al centro de acopio	Almacenamiento y comercialización de desechos recuperables en el centro de acopio	Carga de desechos en el centro de acopio	Traslado de desechos al botadero de basura	Ingreso de vehículo al botadero de basura	Vaciado de residuos sólidos	Compactación de residuos	Cobertura de residuos	Habilitación de drenaje de lixiviados	Drenaje de gases	Degradación de embalaje de EPS	AFECTACIONES POSITIVAS	AFECTACIONES NEGATIVAS	AGREGACIÓN DE IMPACTOS												
MEDIO NATURAL	Aire	Emisión de malos olores			-1	2	-1	1	-1	1	-1	1	-8	3	-9	1		4	3	-8	3	-9	1	-9	1	-9	1			-2	1		1	11			
		Emisión de gases	-4	2							-2	1		4	3		-2	1	-2	1	-2	1	-2	1					-2	1	-1	1		1	7		
		Partículas suspendidas			-1	1	-1	1		-8	2	-1	1	-1	1	-1	1	-8	2	-1	1	-2	1	-2	1								1	10			
		Ruido	-1	1	-1	1				-1	1	-1	1	-3	2	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-2	1							0	13				
		Grado de compactación												3	4							-2	3	-3	3	-3	3				-9	5	1	4			
	Suelo	Calidad del suelo						-1	1					5	4							-9	3	-8	3	-8	3				-9	6	1	5			
		Erosión	-1	1										3	4									-6	3						1	2					
		Inestabilidad												6	5							-5	3								1	1					
		Generación de residuos sólidos				-1	1	-1	1	-1	1			6	6															-9	6	1	4				
		Cambio de valor de terreno												5	4							-10	3							-9	9	1	2				
	Agua	Remoción de tierra												5	4							-10	3									1	1				
		Calidad del agua superficial												5	4																	1	0				
		Calidad del agua subterránea												5	4														-5	6	-1	7	1	2			
	Flora	Lixiviados																												-5	6		0	1			
		Cubierta vegetal							1	2				4	7							-1	1									2	1				
	Fauna	Tala o desbroce												1	1																	1	0				
		Diversidad biológica								1	2			5	6																-2	8	2	1			
Paisaje	Habitats						-1	2	1	2			5	6																-4	8	2	2				
	Calidad de paisaje				-1	1	-1	1	-1	1			2	4			-2	3		1	3									-2	3	3	5				
MEDIO SOCIOECONÓMICO	Alteración paisajística							1	2				2	4			-3	3		1	3									-2	3	3	2				
	Socio económico	Generación de empleo	4	5	4	5			5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4			16	0			
		Actividades económicas	3	4	3	4				4	6	4	6		4	6		4	6		4	6		4	6		4	6					8	0			
	Salud	Salud pública						-1	2					4	6																	1	1				
Salud de mano de obra								-3	6	-4	6	-5	4	-4	6	-4	6	-4	6												0	6					
Seguridad	Accidentes		-2	4					-2	4			-2	4																	0	3					
		AFECTACIONES POSITIVAS		2	2	0	0	0	1	7	2	1	2	21	2	1	1	2	1	3	1	1	0														
		AFECTACIONES NEGATIVAS		0	4	2	4	3	7	4	5	5	3	2	4	4	4	8	2	7	5	2	9														
		AGREGACIÓN DE IMPACTOS																																			

Nota. Matriz de Leopold para evaluar el impacto ambiental del proceso de disposición final de un embalaje de EPS. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019

Tabla 34

Evaluación del Impacto Ambiental del proceso de disposición final del embalaje de EPS

FACTORES AMBIENTALES			ACTIVIDADES		Generación de residuos					Traslado al centro de acopio					Traslado al botadero de basura								Degradación				
					Compra de producto en tienda	Traslado del producto hasta la casa	Se abre el empaque del producto en la casa	Generación de basura después de haber comprado el producto con embalaje	Almacenamiento temporal del embalaje de EPS en el basurero	Traslado de bolsa de basura al contenedor o puerta de la casa	Recolección de basura de casa y contenedores	Carga de desechos en la compactadora de basura	Transporte de desechos al centro de acopio	Descarga de desechos al centro de acopio	Almacenamiento y comercialización de desechos recuperables en el centro de acopio	Carga de desechos en el centro de acopio	Traslado de desechos al botadero de basura	Ingreso de vehículo al botadero de basura	Vaciado de residuos sólidos	Compactación de residuos	Cobertura de residuos	Habilitación de drenaje de lixiviados	Drenaje de gases	Degradación de embalaje de EPS	AFECTACIONES POSITIVAS	AFECTACIONES NEGATIVAS	AGREGACIÓN DE IMPACTOS
MEDIO NATURAL	Aire	Emisión de malos olores				-2	-1	-1	-1	-24	-9		12	-24	-9	-9	-9			-2			1	11	-79		
		Emisión de gases		-8							-2		12		-2	-2	-2			-2	-1		1	7	-7		
		Partículas suspendidas			-1	-1			-16	-1	-1	-16		1	-1	-16	-1	-2					1	10	-55		
		Ruido		-1	-1				-1	-1	-6	-1	-1	-1	-1	-1	-2			-1	-1		0	13	-19		
	Suelo	Grado de compactación											12				-6	-9	-9			-45	1	4	-57		
		Calidad del suelo						-1					20				-27	-24	-24			-54	1	5	-110		
		Erosión		-1									12						-18				1	2	-7		
		Inestabilidad											30						-15				1	1	15		
		Generación de residuos sólidos				-1	-1	-1					36									-54	1	4	-21		
		Cambio de valor de terreno											20						-30			-81	1	2	-91		
		Remoción de tierra											20						-30				1	1	-10		
	Agua	Calidad del agua superficial											20										1	0	20		
		Calidad del agua subterránea											20							-30		-7	1	2	-17		
		Lixiviados																		-30			0	1	-30		
	Flora	Cubierta vegetal							2				28						-1				2	1	29		
		Tala o desbroce											1										1	0	1		
	Fauna	Diversidad biológica							2				30									-16	2	1	16		
		Habitats						-2	2				30									-32	2	2	-2		
	Paisaje	Calidad de paisaje				-1	-1	-1	2				8				-6		1			-6	3	5	-4		
		Alteración paisajística							2				8				-9		3			-6	3	2	-2		
MEDIO SOCIOECONÓMICO	Socio económico	Generación de empleo	20	20				20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		16	0	320		
		Actividades económicas	12	12					24	24		24	35	24			24						8	0	179		
	Salud	Salud pública						-2					24										1	1	22		
		Salud de mano de obra							-18	-24	-20	-24	-24	-24									0	6	-134		
	Seguridad	Accidentes		-8						-8		-8											0	3	-24		
		AFECTACIONES POSITIVAS	2	2	0	0	0	1	7	2	1	2	21	2	1	1	2	1	3	1	1	0	COMPROBACIÓN				
		AFECTACIONES NEGATIVAS	0	4	2	4	3	7	4	5	5	3	2	4	4	4	8	2	7	5	2	9			-67		
		AGREGACIÓN DE IMPACTOS	32	14	-2	-5	-3	-4	33	-14	-33	11	374	-6	-8	7	-19	-13	-103	-45	18	-301		-67			

Nota. Matriz de Leopold para evaluar el impacto ambiental del proceso de disposición final de un embalaje de EPS. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019

4.6.2.2 Disposición final del Embalaje de Biodegradable

En la Tabla 35 se puede apreciar la interacción de las actividades de la disposición final de un embalaje de espuma biodegradable y los factores ambientales que podrían verse afectados mencionados en la Tabla 30, obteniendo que los factores ambientales más perjudicados son la calidad del aire producido por las partículas suspendidas y el socioeconómico, por la escasa actividad económica.

La Tabla 36 muestra las calificaciones de las celdas de la Tabla 35 ya multiplicadas, obteniendo más fácilmente la agregación de los impactos, para determinar que tan perjudicado o beneficiado es el factor ambiental.

Tabla 35

Evaluación del Impacto Ambiental del proceso de disposición final del embalaje biodegradable

FACTORES AMBIENTALES			Generación de Residuos				Elaboración de compost		Degradación	AFECTACIONES POSITIVAS	AFECTACIONES NEGATIVAS	AGREGACIÓN DE IMPACTOS
			Compra de producto en tienda	Traslado de producto hasta la casa	Se abre el empaque del producto en la casa	Generación de residuos después de la compra del producto con embalaje	Almacenamiento temporal de embalaje biodegradable en casa	Enterrar Embalaje	Degradación de embalaje biodegradable			
MEDIO NATURAL	Aire	Emisión de malos olores				-1 / 1			1 / 2	1	1	
		Emisión de gases		-4 / 2					3 / 3	1	1	
		Partículas suspendidas			-1 / 1	-1 / 1		-1 / 1	1 / 1	1	3	
		Ruido		-1 / 1	-1 / 1				1 / 1	1	2	
	Suelo	Grado de compactación							2 / 3	1	0	
		Calidad del suelo						1 / 1	2 / 3	2	0	
		Erosión		-1 / 1					2 / 3	1	1	
		Inestabilidad							1 / 3	1	0	
		Generación de residuos sólidos				-1 / 1	-1 / 1		2 / 4	1	2	
		Cambio de valor de terreno						1 / 1	3 / 4	2	0	
		Remoción de tierra						1 / 1	1 / 2	2	0	
	Agua	Calidad del agua superficial							1 / 2	1	0	
		Calidad del agua subterránea							1 / 2	1	0	
		Lixiviados							1 / 1	1	0	
	Flora	Cubierta vegetal							2 / 5	1	0	
		Tala o desbroce							1 / 2	1	0	
	Fauna	Diversidad biológica							2 / 5	1	0	
		Habitats							2 / 5	1	0	
Paisaje	Calidad de paisaje				-1 / 1			1 / 5	1	1		
	Alteración paisajística							1 / 5	1	0		
MEDIO SOCIOECONÓMICO	Socio económico	Generación de empleo	4 / 5	4 / 5					-7 / 7	2	1	
		Actividades económicas	3 / 4	3 / 4					-6 / 7	2	1	
	Salud	Salud pública							3 / 4	1	0	
		Salud de mano de obra							2 / 3	1	0	
	Seguridad	Accidentes		-2 / 4					3 / 3	1	1	
		AFECTACIONES POSITIVAS	2	2	0	0	0	3	23	COMPROBACIÓN		
		AFECTACIONES NEGATIVAS	0	4	2	4	1	1	2			
		AGREGACIÓN DE IMPACTOS										

Nota. Matriz de Leopold para evaluar el impacto ambiental del proceso de disposición final de un embalaje biodegradable. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019

Tabla 36
Evaluación del Impacto Ambiental del proceso de disposición final del embalaje biodegradable

FACTORES AMBIENTALES \ ACTIVIDADES			Generación de Residuos				Elaboración de compost	Degradación	AFECTACIONES POSITIVAS	AFECTACIONES NEGATIVAS	AGREGACIÓN DE IMPACTOS
			Compra de producto en tienda	Traslado de producto hasta la casa	Se abre el empaque del producto en la casa	Generación de residuos después de la compra del producto con embalaje	Almacenamiento temporal de embalaje biodegradable en casa	Enterrar embalaje			
MEDIO NATURAL	Aire	Emisión de malos olores				-1			2	1	1
		Emisión de gases		-8					9	1	1
		Partículas suspendidas			-1	-1		-1	1	1	-2
		Ruido		-1	-1				1	1	-1
	Suelo	Grado de compactación							6	1	6
		Calidad del suelo						1	6	2	7
		Erosión		-1					6	1	5
		Inestabilidad							3	1	3
		Generación de residuos sólidos				-1	-1		8	1	6
		Cambio de valor de terreno						1	12	2	13
		Remoción de tierra						1	2	2	3
	Agua	Calidad del agua superficial							2	1	2
		Calidad del agua subterránea							2	1	2
		Lixiviados							1	1	1
	Flora	Cubierta vegetal							10	1	10
		Tala o desbroce							2	1	2
	Fauna	Diversidad biológica							10	1	10
		Habitats							10	1	10
	Paisaje	Calidad de paisaje				-1			5	1	4
		Alteración paisajística							5	1	5
MEDIO SOCIOECONÓMICO	Socio económico	Generación de empleo	20	20					-49	2	-9
		Actividades económicas	12	12					-42	2	-18
	Salud	Salud pública							12	1	12
		Salud de mano de obra							6	1	6
	Seguridad	Accidentes		-8					9	1	1
		AFECTACIONES POSITIVAS	2	2	0	0	0	3	23	COMPROBACIÓN	
		AFECTACIONES NEGATIVAS	0	4	2	4	1	1	2		80
		AGREGACIÓN DE IMPACTOS	32	14	-2	-4	-1	2	39		

Nota. Matriz de Leopold para evaluar el impacto ambiental del proceso de disposición final de un embalaje biodegradable. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019

4.7 Análisis Económico

Este punto muestra un análisis económico para evaluar la viabilidad de inversión de una industria de embalajes biodegradables a base de residuos agrícolas, para determinar si esta industria es rentable.

4.7.1 Determinación del precio del EPS

En este punto se calculó el precio de venta de 1 m³ de espuma de poliestireno expandido con densidad 20 kg/m³, teniendo como dato que el precio de una plancha rectangular de EPS de (120 cm x 240 cm x 5 cm), es de S/ 50 por lo tanto el volumen de la plancha sería:

$$V = (120 \times 240 \times 5) \text{ cm}^3$$

$$V = 144000 \text{ cm}^3$$

$$V = 0.144 \text{ m}^3$$

Por lo tanto si el precio de venta para 0.144 m³ de EPS es de S/ 50, el m³ costaría S/ 347.22

Cabe mencionar que la densidad del embalaje biodegradable es de 80 kg/m³ (ver Tabla 18), por lo tanto al ser productos de densidades diferentes pero con funcionalidad similar, los cálculos se realizaron en m³.

4.7.2 Determinación del costo variable unitario del embalaje biodegradable

Los precios de los sustratos para la elaboración del embalaje biodegradable se cotizaron en kilogramos, y las proporciones de la mezcla óptima se obtuvieron de la Tabla 14, por lo tanto para producir 1 Kg la cantidad de sustrato en kilogramos es la siguiente:

Tabla 37
Proporción de sustratos secos

Sustrato	Volumen	Libras	Kilos	Sustrato Seco (kg)
Cáscara de arroz	50%	0.45	0.205	0.5
Perlita de Horticultura	15%	0.135	0.061	0.15
Granos secos de destileria	10%	0.09	0.041	0.1
Celulosa molida	10%	0.09	0.041	0.1
Fibra de coco	10%	0.09	0.041	0.1
Inóculo de Pleurotus Ostreatus	3%	0.027	0.012	0.03
Aserrín de madera	2%	0.018	0.008	0.02
Volumen Total	100%	0.9	0.409	1

Nota. Proporción de los sustratos secos para producir 1 Kg de embalaje biodegradable. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019

El precio de los sustratos se muestra en la Tabla 38 según las cotizaciones realizadas.

Tabla 38
Precio de los sustratos

Sustrato	Precio Venta (S/)	Cantidad (Kg)	Precio Kilo
Cáscara de arroz	S/ 7	30	S/ 0.233
Perlita de Horticultura	S/ 128	9	S/ 14.222
Granos secos de destileria	S/ 55	40	S/ 1.375
Celulosa molida	S/ 0.8	1	S/ 0.800
Fibra de coco	S/ 126.1	30	S/ 4.203
Inóculo de Pleurotus Ostreatus	S/ 25	1	S/ 25.000
Aserrín de madera	S/ 7	20	S/ 0.350

Nota. Precio de los sustratos utilizados para producir embalaje biodegradable. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019

Se calculó que el precio para elaborar 1 Kg de embalaje biodegradable, es de S/ 3.644, según los precios de la Tabla 38.

Tabla 39
Costo del sustrato seco

Sustrato	Sustrato seco (Kg)	Precio Kilo	Costo por kilo de sustrato seco
Cáscara de arroz	0.5	S/ 0.23	S/ 0.117
Perlita de Horticultura	0.15	S/ 14.22	S/ 2.133
Granos secos de destileria	0.1	S/ 1.38	S/ 0.138
Celulosa molida	0.1	S/ 0.80	S/ 0.080
Fibra de coco	0.1	S/ 4.20	S/ 0.420
Inóculo de Pleurotus Ostreatus	0.03	S/ 25.00	S/ 0.750
Aserrín de madera	0.02	S/ 0.35	S/ 0.007
Volumen Total	1		S/ 3.644

Nota. Costo por kilo para producir para producir embalaje biodegradable. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019

El costo del agua por kilo de embalaje biodegradable es de S/ 0.0017

Tabla 40
Costo del Agua

	Agua para 1 kg de sustrato (ml)	Precio m3 de agua (Industria)	Costo para 1 kilo de sustrato
Agua	375	S/ 4.551	S/ 0.0017

Nota. Precio por del agua para producir 1 kg de embalaje biodegradable. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019

El costo total de 1 Kg de embalaje biodegradable es de S/ 3.646, por lo tanto el costo por m3 sería de S/ 291.69

Tabla 41
Costo total por kilo

Materias Primas	Costo
Total Sustratos	S/ 3.644
Agua	S/ 0.0017
Costo Total	S/ 3.6462

Nota. Costo total por kilo para producir para producir embalaje biodegradable. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019

Tabla 42
Costo total por m3

Materias Primas	Costo
Costo Total por Kg	S/ 3.6462
Kg por m3	80
Costo Total	S/ 291.6930

Nota. Costo total por m3 para producir para producir embalaje biodegradable. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019

4.7.3 Inversión

La inversión total para la puesta en marcha de una fábrica de embalajes biodegradables es de S/ 103,336.60, la inversión para maquinaria, oficina, laboratorio y alquiler, están especificadas en la Tabla 43, Tabla 44 y Tabla 45.

Tabla 43
Inversión en maquinaria

Item	Cant.	Valor venta (USD)	Valor venta	Precio Venta	Total valor venta	Total precio venta	IGV	Vida Útil	Depreciación
Molino de martillos	1	USD 2,000.00	S/ 5,461.20	S/ 6,660.00	S/ 5,461.20	S/ 6,660.00	S/ 1,198.80	10	S/ 546.12
Mezcladora	1	USD 2,720.00	S/ 7,427.23	S/ 9,057.60	S/ 7,427.23	S/ 9,057.60	S/ 1,630.37	10	S/ 742.72
Tolvas	3	USD 2,000.00	S/ 5,461.20	S/ 6,660.00	S/ 16,383.60	S/ 19,980.00	S/ 3,596.40	10	S/ 546.12
Faja vibratoria	1	USD 2,600.00	S/ 7,099.56	S/ 8,658.00	S/ 7,099.56	S/ 8,658.00	S/ 1,558.44	10	S/ 709.96
Faja Transportadora	1	USD 800.00	S/ 2,184.48	S/ 2,664.00	S/ 2,184.48	S/ 2,664.00	S/ 479.52	10	S/ 218.45
Pasteurizador	1	USD 5,500.00	S/ 15,018.30	S/ 18,315.00	S/ 15,018.30	S/ 18,315.00	S/ 3,296.70	10	S/ 1,501.83
Llenadora	1	USD 3,000.00	S/ 8,191.80	S/ 9,990.00	S/ 8,191.80	S/ 9,990.00	S/ 1,798.20	10	S/ 819.18
Horno	1	USD 3,000.00	S/ 8,191.80	S/ 9,990.00	S/ 8,191.80	S/ 9,990.00	S/ 1,798.20	10	S/ 819.18
Totales					S/ 69,957.97	S/ 85,314.60	S/ 15,356.63	10	S/ 5,903.56

Nota. Inversión en maquinaria para una planta de embalaje biodegradable. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019

Tabla 44
Inversión en oficina y laboratorio

Item	Cant.	Valor venta	Precio Venta	Total valor venta	Total precio venta	IGV	Vida Útil	Depreciación
Anaqueles de almacenamiento	35	S/ 118.90	S/ 145.00	S/ 4,161.50	S/ 5,075	S/ 913.50	10	S/ 11.89
Mesa Industrial	1	S/ 410.00	S/ 500.00	S/ 410.00	S/ 500.00	S/ 90.00	10	S/ 41.00
Escritorio	4	S/ 164.00	S/ 200.00	S/ 656.00	S/ 800.00	S/ 144.00	10	S/ 16.40
Silla	4	S/ 154.98	S/ 189.00	S/ 619.92	S/ 756.00	S/ 136.08	10	S/ 15.50
Basurero	5	S/ 12.30	S/ 15.00	S/ 61.50	S/ 75.00	S/ 13.50	10	S/ 1.23
Mueble de oficina	2	S/ 266.50	S/ 325.00	S/ 533.00	S/ 650.00	S/ 117.00	10	S/ 26.65
Laptop	3	S/ 515.78	S/ 629.00	S/ 1,547.34	S/ 1,887.00	S/ 339.66	10	S/ 51.58
Matraz Erlenmeyer	50	S/ 20.50	S/ 25.00	S/ 1,025.00	S/ 1,250.00	S/ 225.00	10	S/ 2.05
Balanza analítica	1	S/ 236.98	S/ 289.00	S/ 236.98	S/ 289.00	S/ 52.02	10	S/ 23.70
Tubos de ensayo	500	S/ 0.57	S/ 0.70	S/ 350.00	S/ 350.00	S/ 63.00	10	S/ 0.06
Placa petri	500	S/ 3.12	S/ 3.80	S/ 1,900.00	S/ 1,900.00	S/ 342.00	10	S/ 0.31
Mechero	3	S/ 53.30	S/ 65.00	S/ 195.00	S/ 195.00	S/ 35.10	10	S/ 5.33
Moldes	1500	S/ 0.27	S/ 0.33	S/ 495.00	S/ 495.00	S/ 89.10	10	S/ 0.03
Totales				S/ 12,191.24	S/ 14,222.00	S/ 2,559.96	10	S/ 195.72

Nota. Inversión en maquinaria para una planta de embalaje biodegradable. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019

Tabla 45
Inversión en Alquiler

Item	Cant.	Valor venta	Precio Venta	Total valor venta	Total precio venta	IGV
Alquiler de local	1	S/ 3,116.00	S/ 3,800.00	S/ 3,116.00	S/ 3,800.00	S/ 684.00

Nota. Inversión en alquiler de un local de 349.01 m2 para una planta de embalaje biodegradable. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019

Tabla 46
Inversión Total

Item	Total valor venta	Total precio venta	IGV	Depreciación
Maquinaria	S/ 69,957.97	S/ 85,314.60	S/ 18,314.56	S/ 5,903.56
Oficina y laboratorio	S/ 12,191.24	S/ 14,222.00	S/ 429.57	S/ 195.72
Alquiler	S/ 3,116.00	S/ 3,800.00	S/ 684.00	
Totales	S/ 85,265.21	S/ 103,336.60	S/ 19,428.13	S/ 6,099.28

Nota. Inversión total para una planta de embalaje biodegradable. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019

4.7.4 Costos

A continuación se muestran las remuneraciones mensuales y anuales de una planta de embalaje biodegradable:

Tabla 47
Remuneraciones

Personal	Cantidad	Sueldo Mensual	Sueldo Anual
Supervisor de logística	1	S/ 1,800.00	S/ 21,600.00
Jefe de producción	1	S/ 2,000.00	S/ 24,000.00
Jefe de administración	1	S/ 2,000.00	S/ 24,000.00
Técnico de control de calidad	1	S/ 1,000.00	S/ 12,000.00
Biólogo	1	S/ 1,800.00	S/ 21,600.00
Operarios de producción	5	S/ 1,000.00	S/ 60,000.00
Total	10	S/ 9,600.00	S/ 163,200.00

Nota. Remuneraciones mensuales y anuales para una planta de embalaje biodegradable. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019

El consumo energético mensual de la industria de embalajes biodegradables es 10,838.40 Kw/h. Se tomó en consideración que el precio del Kw/h para una industria tiene un costo de S/ 0.2372, por lo tanto el consumo mensual de electricidad sería de S/ 2,570.87. (Ver Anexo B)

Tabla 48
Consumo energético mensual

Máquina	KW/h	Consumo diario (Kw/h)	Consumo mensual (Kw/h)	Consumo mensual (S/)
Faja vibratoria	1.5	12	288	S/ 68.31
Faja transportadora	0.4	3.2	76.8	S/ 18.22
Molino de martillos	45	360	8640	S/ 2,049.41
Llenadora	1.1	8.8	211.2	S/ 50.10
Pasteurizador	0.75	6	144	S/ 34.16
Horno	2.7	21.6	518.4	S/ 122.96
Mezcladora	4	32	768	S/ 182.17
Otros	1	8	192	S/ 45.54
Total	56.45	451.6	10,838.40	S/ 2,570.87

Nota. Consumo energético mensual de una planta de embalaje biodegradable. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019

En la Tabla 49 se muestra el gasto mensual por servicios

Tabla 49
Gastos por servicios

Servicio	Precio
Agua	S/ 200.00
Luz	S/ 2,570.87

Nota. Gastos mensuales por servicios de una planta de embalaje biodegradable. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019

En la Tabla 50 se muestran los costos fijos totales y costos variables unitarios por Kg y m3 de embalaje biodegradable.

Tabla 50
Costos fijos y variables

Costos fijos

Luz	S/ 2,570.87
Agua	S/ 200.00
Sueldos	S/ 9,600.00
Alquiler	S/ 3,800.00
Cuota	S/ 2,238.96
Depreciación	S/ 508.27
Costo Fijo Total	S/ 18,918.10

Costos variables

Agua	S/ 0.0017
materia prima	S/ 3.646
Costo Variable x Kg	S/ 3.648
Costo Variable x m3	S/ 291.69

Nota. Costos fijos y variables de una planta de embalaje biodegradable. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019

Por otro lado según Meléndez (2017), el costo de materia prima por kilogramo de EPS procesado es de S/ 4.77

4.7.5 Punto de Equilibrio

Se consideró que el precio de venta del embalaje biodegradable será un 5 % menos que el precio de venta por m3 del embalaje de EPS, para que sea más fácil de entrar al mercado y por lo tanto ser más competitivo que un embalaje de EPS, por lo tanto el precio de venta por m3 sería S/ 329.84.

Para alcanzar nuestro punto de equilibrio necesitaríamos vender 495.93 m3 de material biodegradable procesado

$$Q = \frac{CF}{(P - CV)}$$

$$Q = \frac{18918.10}{(329.84 - 291.69)}$$

$$Q = 495.93 \text{ m3}$$

4.7.6 Flujo de Caja

A través del flujo de caja se determinaron los ingresos y egresos de una industria de embalajes biodegradables para un lapso de 5 años con un ritmo de crecimiento de un 15% anual. Esto nos permitirá la buena toma de decisiones y liquidez.

Tabla 51
Flujo de caja

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Ingreso		S/ 1,962,933.19	S/ 2,257,373.17	S/ 2,595,979.15	S/ 2,985,376.02	S/ 3,433,182.42
Costo de Producto		S/ 1,735,915.98	S/ 1,996,303.37	S/ 2,295,748.88	S/ 2,640,111.21	S/ 3,036,127.89
Utilidad		S/ 227,017.22	S/ 261,069.80	S/ 300,230.27	S/ 345,264.81	S/ 397,054.53
Alquiler		S/ 45,600.00	S/ 45,600.00	S/ 45,600.00	S/ 45,600.00	S/ 45,600.00
Pago a personal		S/ 115,200.00	S/ 115,200.00	S/ 115,200.00	S/ 115,200.00	S/ 115,200.00
Servicios		S/ 33,250.42	S/ 33,250.42	S/ 33,250.42	S/ 33,250.42	S/ 33,250.42
Utilidad Operativa		S/ 32,966.79	S/ 67,019.38	S/ 106,179.85	S/ 151,214.39	S/ 203,004.11
Inversión	S/ 103,336.60					
Depreciación		S/ 6,099.28	S/ 6,099.28	S/ 6,099.28	S/ 6,099.28	S/ 6,099.28
Cuota		S/ 26,867.52	S/ 26,867.52	S/ 26,867.52	S/ 26,867.52	S/ 26,867.52
Utilidad Final	-S/ 103,336.60	S/ 0.00	S/ 34,052.58	S/ 73,213.05	S/ 118,247.59	S/ 170,037.31

Nota. Flujo de caja de una planta de embalaje biodegradable. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019

4.7.7 Indicadores de Rentabilidad

El valor actual neto (VAN) es de S/ 37,334.72, lo cual demuestra que hay una viabilidad de inversión, por lo tanto es rentable y atractivo para la inversión privada.

4.8 Análisis de Resultados

4.8.1 Producción

4.8.1.1 Producción del Embalaje de EPS

En la Tabla 31 se identificaron que 5 factores ambientales que se ven involucrados en las actividades del proceso productivo del embalaje de EPS, en la Tabla 52 se puede ver detalladamente los factores ambientales, las actividades impactantes, valor del impacto, la naturaleza y la clasificación de estos.

De los 5 factores ambientales identificados, 8 actividades tienen un impacto negativo sobre el factor aire, 2 actividades tienen un impacto negativo sobre el factor suelo, 2 actividades tienen impacto negativo sobre el factor agua, 2 actividades tienen un impacto negativo sobre el factor población y 8 actividades tienen un impacto positivo sobre el factor económico.

Se pudo comprobar que la actividad con mayor impacto negativo es la pre expansión de perlas obteniendo un valor de -54 y una clasificación de severo, es decir que se deben de aplicar medidas correctoras o protectoras.

Las siguiente actividad con mayor impacto es el corte de bloques de EPS obteniendo un valor de -46, seguido del moldeo de perlas con un valor -33, siendo ambas calificadas con un impacto ambiental moderado,

por otra parte la actividad con menor impacto negativo, es el almacenamiento de materia prima con un valor de -18, seguido del reposo de material y secado de bloques, ambas con un valor de -23, siendo estas calificadas con un impacto ambiental irrelevante, y las actividades con impacto positivo son las 8 actividades involucradas con el factor económico.

Tabla 52

Clasificación de los impactos ambientales del proceso productivo del embalaje de EPS

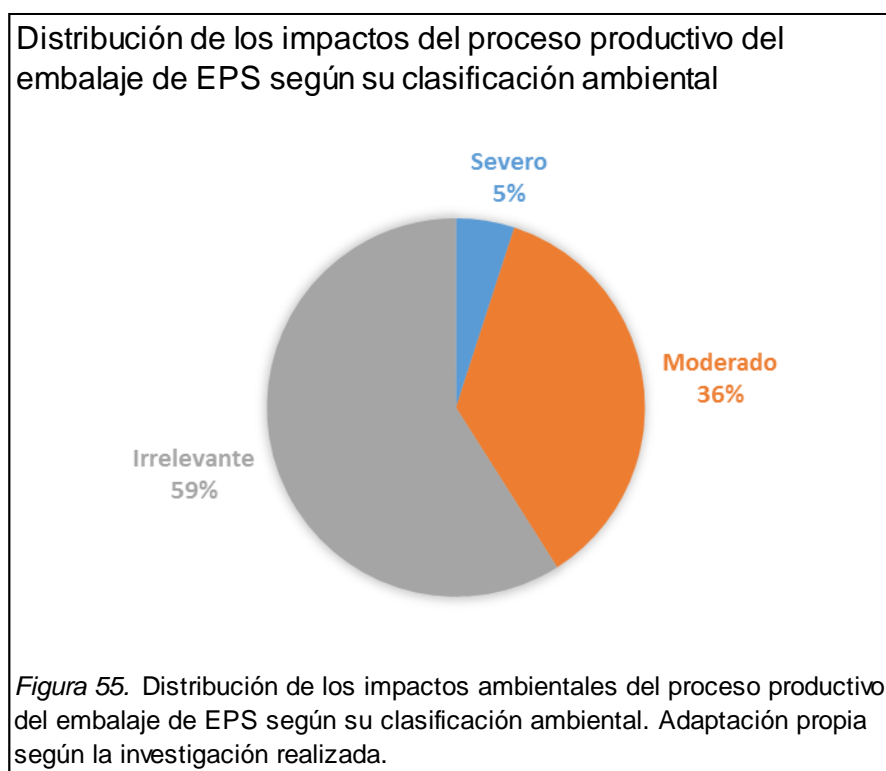
Factor Ambiental	Actividad Impactante	Valor	Naturaleza	Clasificación
Aire	Pre expansión de perlas	-54	Negativo	Severo
	Transferencia de perlas	-24	Negativo	Irrelevante
	Secado de perlas	-26	Negativo	Moderado
	Reposo de material	-23	Negativo	Irrelevante
	Moldeo de perlas	-33	Negativo	Moderado
	Secado de bloques	-23	Negativo	Irrelevante
	Corte de bloques	-46	Negativo	Moderado
	Llevar bloques a almacén	-24	Negativo	Irrelevante
Suelo	Almacenamiento de materia prima	-18	Negativo	Irrelevante
	Pre expansión de perlas	-25	Negativo	Moderado
Agua	Pre expansión de perlas	-27	Negativo	Moderado
	Moldeo de perlas	-27	Negativo	Moderado
Población	Pre expansión de perlas	-27	Negativo	Moderado
	Corte de bloques	-27	Negativo	Moderado
Económico	Almacenamiento de materia prima	24	Positivo	Irrelevante
	Transferencia de perlas	24	Positivo	Irrelevante
	Secado de perlas	24	Positivo	Irrelevante
	Reposo de material	24	Positivo	Irrelevante
	Moldeo de perlas	24	Positivo	Irrelevante
	Secado de bloques	24	Positivo	Irrelevante
	Corte de bloques	24	Positivo	Irrelevante
	Llevar bloques a almacén	24	Positivo	Irrelevante

Nota. Clasificación de los impactos ambientales del proceso productivo del embalaje de EPS. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019

Se pudo determinar de la Tabla 52, que el 5% de las actividades del proceso productivo del embalaje de espuma de poliestireno expandido son de clasificación severa, teniendo un mayor impacto negativo sobre el

factor aire, el 36% son de clasificación moderada, estos impactos afectan a los factores aire, suelo, agua y población, no obstante son impactos que pueden ser mitigados en poco tiempo.

Por último el 59% de las actividades impactantes son Irrelevantes, es decir no presentan riesgos para el medio ambiente, pero hay que tenerlas controladas para que no se conviertan en moderados en caso de ser negativas, estas afectan a los factores aire, suelo, agua y población, por otro lado también tienen un impacto positivo en el factor económico involucrando todas las actividades del proceso productivo.



4.8.1.2 Producción del Embalaje biodegradable

En la Tabla 32 se identificaron que 5 factores ambientales se ven involucrados en las actividades del proceso productivo del embalaje biodegradable, en la Tabla 53 se puede ver detalladamente los factores

ambientales, las actividades impactantes, valor del impacto, la naturaleza y la clasificación de estos.

De los 5 factores ambientales identificados, 9 actividades tienen un impacto negativo sobre el factor aire, 1 actividades tienen un impacto negativo sobre el facto suelo, 3 actividades tienen impacto negativo sobre el factor agua, 2 actividades tienen un impacto negativo sobre el factor población y 10 actividades tienen un impacto positivo sobre el factor económico.

Se pudo comprobar que la actividad con mayor impacto negativo es la trituración de residuos agrícolas obteniendo un valor de -32 y una clasificación de moderado.

Las siguiente actividad con mayor impacto negativo es el modelo de mezcla obteniendo un valor de -27, seguido de la mezcla de residuos agrícolas con un valor -25, siendo ambas calificadas con un impacto ambiental moderado, por otra parte la actividad con menor impacto negativo, es el almacenamiento de residuos agrícolas con un valor de -17, seguido de la pasteurización de residuos agrícolas con un valor de -18, siendo estas calificadas con un impacto ambiental irrelevante, y las actividades con impacto positivo son las 8 actividades involucradas con el factor económico.

Tabla 53

Clasificación de los impactos ambientales del proceso productivo del embalaje biodegradable

Factor Ambiental	Actividad Impactante	Valor	Naturaleza	Clasificación
Aire	Almacenamiento de residuos agrícolas	-17	Negativo	Irrelevante
	Triturar residuos agrícolas	-32	Negativo	Moderado
	Mezclar residuos agrícolas	-25	Negativo	Moderado
	Pasteurizar residuos agrícolas	-19	Negativo	Irrelevante
	Enfriar residuos agrícolas	-19	Negativo	Irrelevante
	Inocular mezcla con hongos	-19	Negativo	Irrelevante
	Llenar moldes con mezcla inoculada	-19	Negativo	Irrelevante
	Hornear mezcla	-20	Negativo	Irrelevante
	Llevar piezas a almacén	-19	Negativo	Irrelevante
Suelo	Pasteurizar residuos agrícolas	-18	Negativo	Irrelevante
Agua	Mezclar residuos agrícolas	-24	Negativo	Irrelevante
	Enfriar residuos agrícolas	-24	Negativo	Irrelevante
	Inocular mezcla con hongos	-24	Negativo	Irrelevante
Población	Triturar residuos agrícolas	-27	Negativo	Moderado
	Moldear mezcla	-27	Negativo	Moderado
Económico	Almacenamiento de residuos agrícolas	24	Positivo	Irrelevante
	Triturar residuos agrícolas	24	Positivo	Irrelevante
	Mezclar residuos agrícolas	24	Positivo	Irrelevante
	Pasteurizar residuos agrícolas	24	Positivo	Irrelevante
	Enfriar residuos agrícolas	24	Positivo	Irrelevante
	Inocular mezcla con hongos	24	Positivo	Irrelevante
	Llenar moldes con mezcla inoculada	24	Positivo	Irrelevante
	Moldear mezcla	24	Positivo	Irrelevante
	Hornear mezcla	24	Positivo	Irrelevante
	Llevar piezas a almacén	24	Positivo	Irrelevante

Nota. Clasificación de los impactos ambientales del proceso productivo del embalaje de EPS. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019

Se pudo determinar de la Tabla 53, que el 16% de las actividades del proceso productivo del embalaje biodegradable son de clasificación moderado, teniendo un mayor impacto negativo sobre el factor aire y la población, el 84% son de clasificación irrelevante y tienen un impacto sobre los factores aire, suelo, agua y población, es decir no presentan riesgos para el medio ambiente, pero hay que tenerlas controladas para que no se conviertan en moderados en caso de ser negativas, por otro lado también tienen un impacto positivo en el factor económico involucrando todas las actividades del proceso productivo.

Distribución de los impactos del proceso productivo del embalaje biodegradable según su clasificación ambiental

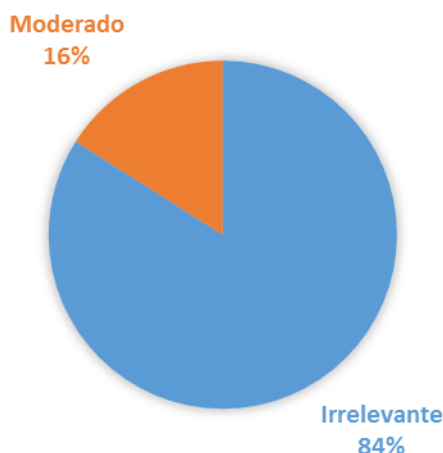


Figura 56. Distribución de los impactos ambientales del proceso productivo del embalaje de biodegradable según su clasificación ambiental. Adaptación propia según la investigación realizada.

4.8.2 Disposición Final

4.8.2.1 Disposición final del embalaje de EPS

En la Tabla 33 se identificaron que 9 factores ambientales que se ven involucrados en las actividades de la disposición final de un embalaje de EPS. En la Tabla 54 se muestran los factores ambientales, las afectaciones positivas, afectaciones negativas, y la agregación de los impactos.

De esta manera se identificó que el factor ambiental más afectado es el suelo con un valor de -281, seguido del aire con un valor de -160, y el factor ambiental con mayor impacto positivo es el factor socioeconómico por la cantidad de empleo que genera, seguido de los factores ambientales de flora y fauna, ya que si bien algunas actividades tienen un impacto negativo sobre estos factores, estas están compensadas con

otras actividades que evitan la afectación este factor como el almacenamiento y comercialización de desechos recuperables que involucra el reciclaje.

Tabla 54

Afectaciones de los factores ambientales de la disposición final del embalaje de EPS

Factores Ambientales	Afectaciones Positivas	Afectaciones Negativas	Agregación de Impactos
Aire	3	41	-160
Suelo	7	19	-281
Agua	2	3	-27
Flora	2	1	30
Fauna	2	3	14
Paisaje	4	7	-6
Socioeconómica	20	0	499
Salud	1	7	-112
Seguridad	0	3	-24

Nota. Afectaciones positivas, negativas y agregación de impactos ambientales de los factores ambientales de la disposición final del embalaje de EPS.

Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019

En la Tabla 55, se pudo comprobar que la actividad con mayor impacto negativo es la degradación del embalaje de EPS con un valor de -301, seguido de la cobertura de residuos sólidos con un valor de -103, por otra parte la actividad con un mayor impacto positivo es el almacenamiento y comercialización de desechos recuperables en el centro de acopio con un valor de 374, debido a todas las actividades económicas que involucra, además de ser beneficioso para el medio ambiente el reciclaje y la comercialización de residuos, otra actividad con un impacto positivo es la recolección de basura de casas y contenedores con un valor de 33, también se ve involucrado el factor económico en esta actividad.

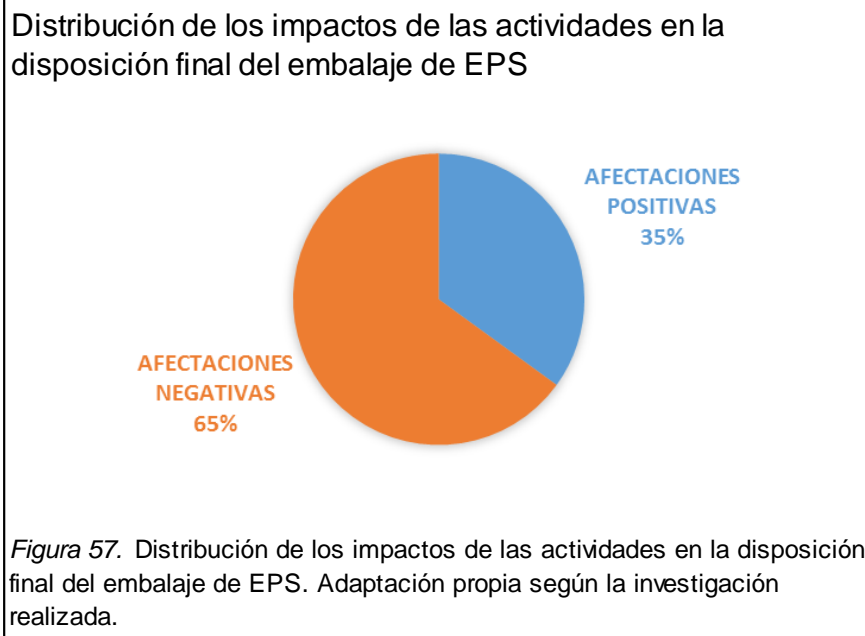
Tabla 55

Afectaciones de las actividades de la disposición final del embalaje de EPS

Etapas	Actividades	Afectaciones Positivas	Afectaciones Negativas	Agregación de Impactos
Generación de residuos	Compra de producto en tienda	2	0	32
	Traslado del producto hasta la casa	2	4	14
	Se abre el empaque del producto en la casa	0	2	-2
	Generación de basura después de haber comprado el producto con embalaje	0	4	-5
	Almacenamiento temporal del embalaje de EPS en el basurero	0	3	-3
	Traslado de bolsa de basura al contenedor o puerta de la casa	1	7	-4
Traslado al centro de acopio	Recolección de basura de casa y contenedores	7	4	33
	Carga de desechos en la compactadora de basura	2	5	-14
	Transporte de desechos al centro de acopio	1	5	-33
	Descarga de desechos al centro de acopio	2	3	11
	Almacenamiento y comercialización de desechos recuperables en el centro de acopio	21	2	374
Traslado al botadero de basura	Carga de desechos en el centro de acopio	2	4	-6
	Traslado de desechos al botadero de basura	1	4	-8
	Ingreso de vehículo al botadero de basura	1	4	7
	Vaciado de residuos sólidos	2	8	-19
	Compactación de residuos	1	2	-13
	Cobertura de residuos	3	7	-103
	Habilitación de drenaje de lixiviados	1	5	-45
	Drenaje de gases	1	2	18
Degradación	Degradación de embalaje de EPS	0	9	-301

Nota. Afectaciones positivas, negativas y agregación de impactos ambientales de las actividades de la disposición final del embalaje de EPS. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019

De la Tabla 55 se pudo determinar que el 65% de las actividades de la disposición final del proceso productivo del embalaje de espuma de poliestireno expandido tienen un impacto negativo, mientras que el 35% de las actividades tienen un impacto positivo, la distribución de estos impactos, se muestran en la Figura 57.



4.8.2.2 Disposición final del embalaje biodegradable

En la Tabla 35 se identificaron que 9 factores ambientales que se ven involucrados en las actividades de la disposición final de un embalaje de biodegradable. En la Tabla 56 se muestran los factores ambientales, las afectaciones positivas, afectaciones negativas, y la agregación de los impactos.

De esta manera se identificó que el factor ambiental más afectado es el factor socioeconómico con un valor de -27, seguido del aire con un valor de -1, y el factor ambiental con mayor impacto positivo es el factor suelo con un valor de 43 debido a los beneficios que trae el embalaje biodegradable al convertirse en compost, el siguiente factor con mayor impacto positivo es el factor fauna con un valor de 20, debido a que al ser un material biodegradable este no sería peligroso para la diversidad biológica y hábitats.

Tabla 56

Afectaciones de los factores ambientales de la disposición final del embalaje biodegradable

Factores Ambientales	Afectaciones Positivas	Afectaciones Negativas	Agregación de Impactos
Aire	4	7	-1
Suelo	10	3	43
Agua	3	0	5
Flora	2	0	12
Fauna	2	0	20
Paisaje	2	1	9
Socioeconómica	4	2	-27
Salud	2	0	18
Seguridad	1	1	1

Nota. Afectaciones positivas, negativas y agregación de impactos ambientales de los factores ambientales de la disposición final del embalaje biodegradable. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019

En la Tabla 57, se pudo comprobar que la actividad con un mayor impacto negativo es la generación de residuos después de la compra de producto con embalaje con un valor de -4, ya que ahí el embalaje puede venir acompañado de bolsas o cajas y estas podrían no ser biodegradables y la actividad con mayor impacto positivo es la degradación del embalaje biodegradable con un valor de 39, por los beneficios que este ofrece al medio ambiente.

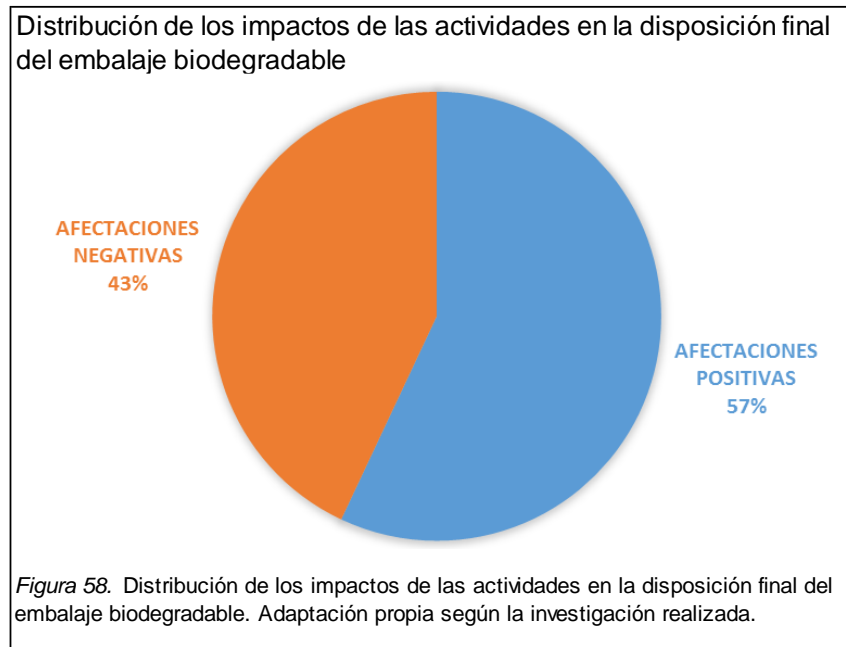
Tabla 57

Afectaciones de las actividades de la disposición final del embalaje biodegradable

Etapas	Actividades	Afectaciones Positivas	Afectaciones Negativas	Agregación de Impactos
Generación de Residuos	Compra de producto en tienda	2	0	32
	Traslado de producto hasta la casa	2	4	14
	Se abre el empaque del producto en la casa	0	2	-2
	Generación de residuos después de la compra del producto con embalaje	0	4	-4
Elaboración de compost	Almacenamiento temporal de embalaje biodegradable en casa	0	1	-1
	Enterrar embalaje	3	1	2
Degradación	Degradación de embalaje biodegradable	23	2	39

Nota. Afectaciones positivas, negativas y agregación de impactos ambientales de los factores ambientales de la disposición final del embalaje biodegradable. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019

De la Tabla 57 se pudo determinar que el 43% de las actividades de la disposición final del proceso productivo del embalaje de espuma de poliestireno expandido tienen un impacto negativo, mientras que el 57% de las actividades tienen un impacto positivo, la distribución de estos impactos, se muestran en la Figura 58.



4.8.3 Análisis Comparativo

En este punto se analizó comparativamente el impacto ambiental de los procesos productivos y la disposición final del embalaje de espuma de poliestireno expandido y el embalaje biodegradable.

4.8.3.1 Análisis Comparativo del Impacto Ambiental de los procesos productivos

A continuación se muestran tablas comparativas de los procesos productivos del embalaje de espuma de poliestireno expandido y el embalaje biodegradable para su fácil comparación.

Tabla 58

Calificación de las acciones impactantes del proceso productivo del embalaje de EPS

Componentes	Acciones Impactantes										
Factores Ambientales	Almacenamiento de materia prima	Pre expansión de perlas	Transferencia de perlas	Secado de perlas	Reposo de material	Moldeo de perlas	Secado de bloques	Corte de bloques	Llevar bloques a almacén	Valor medio de afectación al factor	
										Valor	Significado
Aire	0	-54	-24	-26	-23	-33	-23	-46	-24	-32	Moderado
Suelo	-18	-25	0	0	0	0	0	0	0	-22	Irrelevante
Agua	0	-27	0	0	0	-27	0	0	0	-27	Moderado
Población	0	-27	0	0	0	0	0	-27	0	-27	Moderado
Económico	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	Irrelevante

Nota. Calificación de las acciones impactantes del proceso productivo del embalaje de EPS. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019

Tabla 59

Calificación de las acciones impactantes del proceso productivo del embalaje biodegradable

Componentes	Acciones Impactantes										Valor medio de afectación al factor	
Factores Ambientales	Almacenamiento de residuos agrícolas	Triturar residuos agrícolas	Mezclar residuos agrícolas	Pasteurizar residuos agrícolas	Enfriar residuos agrícolas	Inocular la mezcla con hongos	Llenar moldes con mezcla inoculada	Moldear mezcla	Hornear mezcla	Llevar piezas a almacén	Valor	Significado
Aire	-17	-32	-25	-19	-19	-19	-19	0	-20	-19	-21	Irrelevante
Suelo	0	0	0	-18	0	0	0	0	0	0	-18	Irrelevante
Agua	0	0	-24	0	-24	-24	0	0	0	0	-24	Irrelevante
Población	0	-27	0	0	0	0	0	-27	0	0	-27	Moderado
Económico	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	Irrelevante

Nota. Calificación de las acciones impactantes del proceso productivo del embalaje biodegradable. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019

Haciendo una comparación de los valores, obtenemos la tabla mostrada a continuación:

Tabla 60

Comparación del valor medio de los factores ambientales afectados

Factores Ambientales	Valor	
	EPS	Biodegradable
Aire	-32	-21
Suelo	-22	-18
Agua	-27	-24
Población	-27	-27
Económico	24	24

Nota. Comparación del valor medio de los factores ambientales afectados. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019

Se comprobó en la Tabla 60 que el factor ambiental más afectado en el proceso productivo de EPS es el aire obteniendo un valor de -32, los siguientes factores más afectados son el agua y la población con un valor de -27, el suelo con -22 y el factor económico con un valor positivo de 24, mientras que en el proceso productivo de un embalaje biodegradable podemos observar que el factor más afectado es la población con un valor de -27, seguido del factor agua con un valor de -24, el factor aire con un valor de -21, el factor suelo con un valor de -18 y el factor económico con una valoración positiva de 24.

En cuanto al factor aire en la producción del embalaje de EPS, este es mayor que en la producción de un embalaje biodegradable, debido a que en la producción de EPS hay una mayor emisión de gases, ruido y generación de material particulado que en la producción de embalajes biodegradables, por lo tanto la calidad del aire se ve afectada, pero al ser moderado en el caso de la producción de embalajes de EPS, este impacto se puede mitigar, mientras que en la producción del embalaje biodegradable está calificado como irrelevante.

Para el factor suelo se puede decir que es ligeramente mayor el impacto en la producción del embalaje de EPS que en la del embalaje biodegradable, pero ambos impactos están calificados como irrelevantes

En cuanto al factor agua en la producción del embalaje de EPS, este es mayor que en la producción de un embalaje biodegradable, debido a que en la producción de EPS se utiliza más agua en sus procesos, por lo tanto hay mayor disminución del recurso hídrico, pero al ser moderado, este impacto se puede mitigar, mientras que en la producción del embalaje biodegradable está calificado como irrelevante.

En el factor población ambos procesos productivos podrían afectar a la salud por igual debido a las emisiones de material particulado generadas, por eso ambos procesos productivos las mismas calificaciones, pero ambas son mitigables, ya que gracias al uso de equipos de protección personal podría mitigarse este impacto.

En cuanto al factor económico la producción de ambos embalajes generan empleo de igual manera, pero el impacto positivo que tienen ambas es leve, ya que no son grandes industrias, por lo tanto el impacto que tiene es irrelevante.

Por lo tanto se determinó que la producción de ambos embalajes en realidad no tienen un gran impacto negativo e irreversible en el medio ambiente como otras industrias, no obstante la producción de un embalaje de EPS tiene un impacto negativo mayor que la producción de un embalaje biodegradable.

4.8.3.2 Análisis Comparativo del Impacto Ambiental de las disposiciones finales

A continuación se muestra en la Tabla 61 un resumen de las disposiciones finales del embalaje de espuma de poliestireno expandido y el embalaje biodegradable para su fácil comparación.

Tabla 61

Comparación de la agregación de los impactos en la disposición final de ambos tipos de embalaje

FACTORES AMBIENTALES			DISPOSICIÓN FINAL	Embalaje de EPS	Embalaje Biodegradable
MEDIO NATURAL	Aire	Emisión de malos olores		-79	1
		Emisión de gases		-7	1
		Particulas suspendidas		-55	-2
		Ruido		-19	-1
	Suelo	Grado de compactación		-57	6
		Calidad del suelo		-110	7
		Erosión		-7	5
		Inestabilidad		15	3
		Generación de residuos sólidos		-21	6
		Cambio de valor de terreno		-91	13
		Remoción de tierra		-10	3
	Agua	Calidad del agua superficial		20	2
		Calidad del agua subterránea		-17	2
		Lixiviados		-30	1
	Flora	Cubierta vegetal		29	10
		Tala o desbroce		1	2
	Fauna	Diversidad biológica		16	10
Habitats			-2	10	
Paisaje	Calidad de paisaje		-4	4	
	Alteración paisajística		-2	5	
MEDIO SOCIOECONÓMICO	Socio económico	Generación de empleo		320	-9
		Actividades económicas		179	-18
	Salud	Salud pública		22	12
		Salud de mano de obra		-134	6
	Seguridad	Accidentes		-24	1
AFECTACIONES POSITIVAS				8	21
AFECTACIONES NEGATIVAS				17	4
AGREGACIÓN DE IMPACTOS				-67	80

Nota. Comparación de la agregación de los impactos en la disposición final de un embalaje de EPS y un embalaje biodegradable. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019

Tabla 62

Comparación de la agregación de los impactos de los factores ambientales en la disposición final de ambos tipos de embalaje

Factores Ambientales	Embalaje de EPS	Embalaje Biodegradable
Aire	-160	-1
Suelo	-281	43
Agua	-27	5
Flora	30	12
Fauna	14	20
Paisaje	-6	9
Socioeconómica	499	-27
Salud	-112	18
Seguridad	-24	1

Nota. Comparación de la agregación de los impactos de los factores ambientales en la disposición final de un embalaje de EPS y un embalaje biodegradable. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2019

Se comprobó en la Tabla 62 que el factor ambiental más afectado en el la disposición final de EPS es el suelo obteniendo un valor de -281, los siguientes factores más afectados son el aire con un valor de -160 y la salud con un valor de -112, y los factores ambientales con un mayor impacto positivo son el factor socioeconómico con un valor de 499 y el factor flora con un valor de 30, mientras que en la disposición final de un embalaje biodegradable podemos observar que el factor más afectado es el factor socioeconómico con un valor de -27, seguido del factor aire con un valor de -1, y los factores ambientales con un mayor impacto positivo son el factor suelo con un valor de 43, seguido del factor fauna con un valor de 20.

En cuanto al factor suelo, se puede determinar que debido a que al enterrarse el embalaje de EPS en un botadero de basura este se biodegrada en cientos de años por lo tanto ocupa volumen en el botadero

de basura y por lo tanto afecta a los factores ambientales del suelo como la disminución de la calidad del suelo, cambio del valor de terreno entre otros, mientras que en el caso del embalaje biodegradable, el impacto del suelo es positivo ya que este es cambio de valor de terreno ya que al biodegradarse el producto este se convierte en compost y es beneficioso para la tierra y las plantas por los nutrientes que aporta, por lo tanto es favorable para la calidad del suelo, el valor de terreno, entre otros.

En cuanto al factor aire en la disposición final del embalaje de EPS, este factor se ve muy perjudicado por que este embalaje es llevado en la compactadora junto con el resto de residuos y el conjunto de estos emiten olores desagradables en todo el proceso de disposición final, además del ruido y las partículas suspendidas generadas, mientras que en la disposición final del embalaje biodegradable la emisión de partículas generadas o el ruido generado al abrir el producto es muy mínimo e irrelevante.

En el factor salud los que se ven perjudicados son la mano de obra, es decir de las personas que trabajan en la recolección, transporte y clasificación de residuos, si bien el conjunto de basura en general es el causante de este impacto, el embalaje de EPS no daña directamente a la mano de obra, pero forma parte de este conjunto de basura, mientras que en la disposición final del embalaje biodegradable hay un impacto positivo porque ellos no tendrían que tocar este producto.

El factor con mayor impacto positivo fue el socioeconómico, porque hay una generación de empleo en la disposición final del embalaje de EPS, ya que muchas personas se ven involucradas en la recolección, transporte y comercialización de residuos sólidos, los cuales favorecen las actividades económicas, mientras que en la disposición final del embalaje biodegradable este solo involucra la generación de empleo en la compra del y no involucra a la mano de obra en la disposición final ya

que este producto no pasaría por sus manos, pero esto no significa que por eso ellos se queden sin trabajo.

Por lo tanto se determinó que la disposición final del embalaje de EPS tiene un alto impacto negativo afectando al factor suelo y aire principalmente, el principal problema es que si bien este es enterrado en un botadero de basura ocupa mucho volumen ahí y al biodegradarse en cientos de años el suelo se ve afectado directamente, además no siempre el EPS va a parar en un botadero de basura muchas veces están en parques, calles, incluso pueden terminar en ríos u océanos y el daño sería peor, por que afectarían a la fauna terrestre y marina y por muchos años, mientras que en el caso del embalaje biodegradable aportaría nutrientes al suelo y por lo tanto el factor flora se vería favorecido, y en caso de que un animal este en contacto con este material no afectaría su salud.

Por otro lado, según el método de Duek y Burguera (1985), para hacer un análisis de los impactos ambientales a través del método de Leopold se evalúa gráficamente con dispersión de puntos, teniendo en las abscisas los valores de la magnitud y en el eje de las ordenadas la importancia, el signo de la importancia debe de ser igual al de la magnitud para poder observar los resultados en el primer y tercer cuadrante.

Según este método los pares ordenados de la matriz de la disposición final del embalaje de espuma de poliestireno expandido (Tabla 33), serían los siguientes:

(-1,2), (-1,1), (-1,1), (-1,1), (-8,3), (-9,1), (4,3), (-8,3), (-9,1), (-9,1), (-9,1), (-2,1), (-4,2), (-2,1), (4,3), (-2,1), (-2,1), (-2,1), (-2,1), (-1,1), (-1,1), (-1,1), (-8,2), (-1,1), (-1,1), (-8,2), (1,1), (-1,1), (-8,2), (-1,1), (-2,1), (-1,1), (-1,1), (-1,1), (-1,1), (-3,2), (-1,1), (-1,1), (-1,1), (-1,1), (-1,1), (-2,1), (-1,1), (-1,1), (3,4), (-2,3), (-3,3), (-3,3), (-4,5), (-1,1), (5,4), (-9,3), (-8,3), (-8,3), (-9,6), (-1,1), (3,4), (-6,3), (6,5), (-5,3), (-1,1), (-1,1), (-1,1), (6,6), (-9,6),

(5,4), (-10,3), (-9,9), (5,4), (-10,3), (5,4), (5,4), (-5,6), (-1,7), (-5,6), (1,2), (4,7), (-1,1), (1,1), (1,2), (5,6), (-2,8), (-1,2), (1,2), (5,6), (-4,8), (-1,1), (-1,1), (-1,1), (1,2), (2,4), (-2,3), (1,1), (-2,3), (1,2), (2,4), (-3,3), (1,3), (-2,3), (4,5), (4,5), (5,4), (5,4), (5,4), (5,4), (5,4), (5,4), (5,4), (5,4), (5,4), (5,4), (5,4), (5,4), (5,4), (5,4), (5,4), (5,4), (3,4), (3,4), (4,6), (4,6), (4,6), (5,7), (4,6), (4,6), (-1,2), (4,6), (-3,6), (-4,6), (-5,4), (-4,6), (-4,6), (-4,6), (-2,4), (-2,4), (-2,4).

Haciendo el cambio de signo para que los valores de la importancia sean iguales a los de la magnitud, se obtienen los siguientes pares ordenados:

(-1,-2), (-1,-1), (-1,-1), (-1,-1), (-8,-3), (-9,-1), (4,3), (-8,-3), (-9,-1), (-9,-1), (-9,-1), (-2,-1), (-4,-2), (-2,-1), (4,3), (-2,-1), (-2,-1), (-2,-1), (-2,-1), (-1,-1), (-1,-1), (-1,-1), (-8,-2), (-1,-1), (-1,-1), (-8,-2), (1,1), (-1,-1), (-8,-2), (-1,-1), (-2,-1), (-1,-1), (-1,-1), (-1,-1), (-1,-1), (-1,-1), (-3,-2), (-1,-1), (-1,-1), (-1,-1), (-1,-1), (-1,-1), (-2,-1), (-1,-1), (-1,-1), (3,4), (-2,-3), (-3,-3), (-3,-3), (-4,-5), (-1,-1), (5,4), (-9,-3), (-8,-3), (-8,-3), (-9,-6), (-1,-1), (3,4), (-6,-3), (6,5), (-5,-3), (-1,-1), (-1,-1), (-1,-1), (6,6), (-9,-6), (5,4), (-10,-3), (-9,-9), (5,4), (-10,-3), (5,4), (5,4), (-5,-6), (-1,-7), (-5,-6), (1,2), (4,7), (-1,-1), (1,1), (1,2), (5,6), (-2,-8), (-1,-2), (1,2), (5,6), (-4,-8), (-1,-1), (-1,-1), (-1,-1), (1,2), (2,4), (-2,-3), (1,1), (-2,-3), (1,2), (2,4), (-3,-3), (1,3), (-2,-3), (4,5), (4,5), (5,4), (5,4), (5,4), (5,4), (5,4), (5,4), (5,4), (5,4), (5,4), (5,4), (5,4), (5,4), (5,4), (5,4), (5,4), (5,4), (3,4), (3,4), (4,6), (4,6), (4,6), (5,7), (4,6), (4,6), (-1,-2), (4,6), (-3,-6), (-4,-6), (-5,-4), (-4,-6), (-4,-6), (-4,-6), (-2,-4), (-2,-4), (-2,-4).

La posición general de los impactos en la disposición final del embalaje de EPS se puede apreciar en la Figura 59.

Evaluación gráfica de las Interacciones de la matriz de Leopold en la disposición final del embalaje de EPS

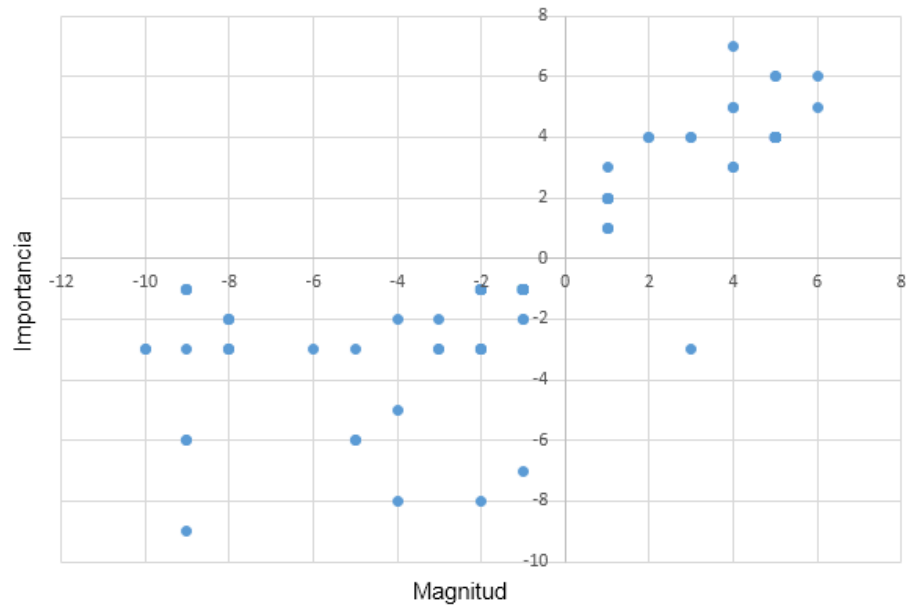


Figura 59. Evaluación de los resultados de la matriz de Leopold para la disposición final del embalaje de EPS mediante coordenadas cartesianas. Adaptación propia según la investigación realizada.

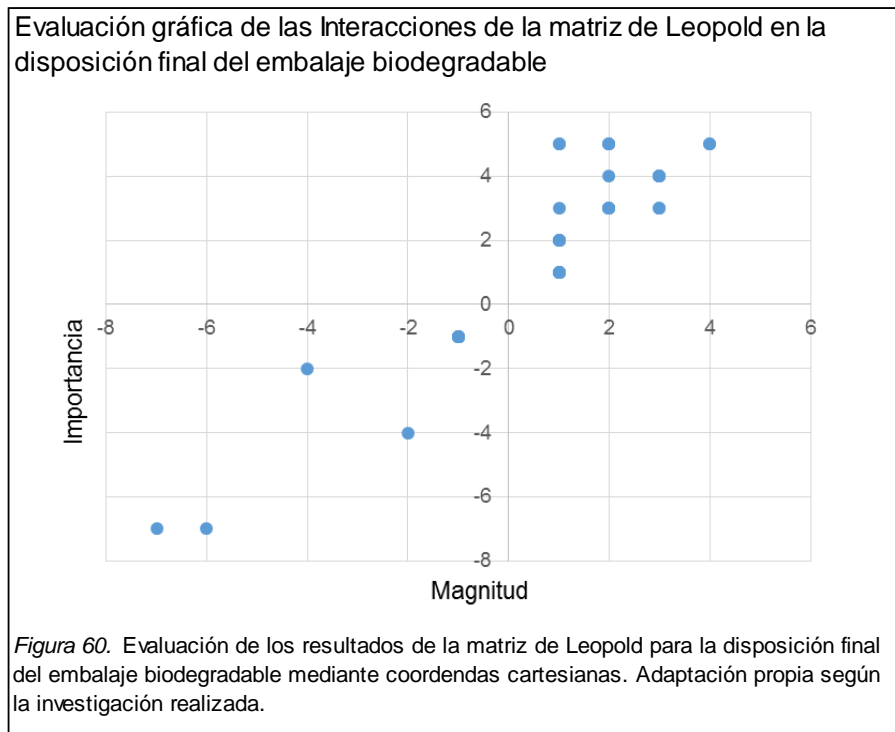
Por otro lado, para realizar el análisis gráfico de la disposición final del embalaje biodegradable se determina que los pares ordenados según la Tabla 35, son los siguientes:

(-1,1), (1,2), (-4,2), (3,3), (-1,1), (-1,1), (-1,1), (1,1), (-1,1), (-1,1), (1,1), (2,3), (1,1), (2,3), (-1,1), (2,3), (1,3), (-1,1), (-1,1), (2,4), (1,1), (3,4), (1,1), (1,2), (1,2), (1,2), (1,1), (2,5), (1,2), (2,5), (2,5), (-1,1), (1,5), (1,5), (4,5), (4,5), (-7,7), (3,4), (3,4), (-6,7), (3,4), (2,3), (-2,4), (3,3).

Haciendo el cambio de signo para que los valores de la importancia sean iguales a los de la magnitud, se obtienen los siguientes pares ordenados.

(-1,-1), (1,2), (-4,-2), (3,3), (-1,-1), (-1,-1), (-1,-1), (1,1), (-1,-1), (-1,-1), (1,1), (2,3), (1,1), (2,3), (-1,-1), (2,3), (1,3), (-1,-1), (-1,-1), (2,4), (1,1), (3,4), (1,1), (1,2), (1,2), (1,2), (1,1), (2,5), (1,2), (2,5), (2,5), (-1,-1), (1,5), (1,5), (4,5), (4,5), (-7,-7), (3,4), (3,4), (-6,-7), (3,4), (2,3), (-2,-4), (3,3).

De acuerdo a estos pares ordenados la gráfica de dispersión de puntos sería la siguiente:



El análisis de la Figura 59 muestra que la disposición final del embalaje de EPS tiene un alto número de efectos negativos, y un gran porcentaje de estos se concentran en el área de poca magnitud e importancia media, sin embargo las actividades de la disposición final muestran un número reducido de efectos positivos y presentan la mayoría una magnitud e importancia media, por esta razón el balance total de la disposición final del embalaje de EPS es negativo.

Por otro lado el análisis de la Figura 60 muestra que la disposición final del embalaje biodegradable tiene un alto número de efectos positivos y un gran porcentaje de estos se concentran en el área de poca magnitud pero alta importancia, sin embargo los efectos negativos muestran un promedio de magnitud e importancia media, por lo tanto se puede afirmar que el balance total de la disposición final del embalaje biodegradable es positivo.

5. CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se concluye que el impacto ambiental de la producción y la disposición final de un embalaje de espuma de poliestireno expandido tiene más impactos negativos que la producción y disposición final de un embalaje biodegradable, además el embalaje biodegradable puede llegar a ser producido e ingresar al mercado como un producto alternativo ecológico al embalaje convencional de espuma de poliestireno expandido.
- Se diseñaron las matrices de Conesa y Leopold para determinar el impacto ambiental de la producción y disposición final de un embalaje de espuma de poliestireno expandido y un embalaje biodegradable a base de residuos agrícolas y micelios de hongos, se debe de tomar en cuenta que ambas matrices son una herramienta cualitativa y que los resultados son subjetivos ya que no existen criterios de valoración, sin embargo si se conoce a profundidad del tema se pueden generar criterios adecuados, los cuales se pueden acercar bastante a la realidad.
- La evaluación de la importancia del impacto en la producción de un embalaje de espuma de poliestireno expandido y uno biodegradable, utilizando la matriz de Conesa, dió como resultado que en la producción de embalaje de EPS, el 5% de los impactos son severos, el 36% moderados y el 59% Irrelevantes, mientras que en la producción de embalajes biodegradables el 16% de sus impactos son moderados y el 84% son irrelevantes, pudiendo concluir que el proceso productivo del embalaje de EPS tiene más impactos negativos en el medio ambiente pero estos no causan daños irreversibles ya que en sus emisiones no hay clorofluorocarburos los cuales sí dañan directamente a la atmósfera, por lo tanto el impacto de sus emisiones son mitigables y pueden ser controladas con los ECA.

- La evaluación de la magnitud e Importancia de los impactos ambientales de las actividades involucradas en los procesos de disposición final de ambos embalajes dio como resultado que en la disposición final del embalaje de EPS el 68% de sus afectaciones son negativas y el 32% positivas, mientras que en la disposición final el 16% de sus afectaciones son negativas y el 84% de sus afectaciones son positivas, pudiendo concluir que la disposición final del embalaje de EPS tiene más impactos negativos sobre los factores ambientales, pero la magnitud e importancia de los impactos de sus afectaciones negativas son mayores que las de las afectaciones positivas de la disposición final del embalaje biodegradable, sin embargo la disposición final del embalaje biodegradable trae consigo muchos beneficios ambientales.
- La comparación del proceso productivo mostró que ambos procesos no generan grandes impactos negativos en el medio ambiente, pero la producción de un embalaje de EPS tiene más impactos moderados que la producción de un embalaje biodegradable, mientras que en la disposición final la del embalaje de EPS muestra que a pesar de tener muchos impactos negativos, también tiene más impactos positivos, ya que en cuanto al factor socioeconómico genera empleo a muchas personas, mientras que la disposición final del embalaje biodegradable, este termina enterrándolo, pero no significa que por eso las personas que recogen la basura dejarán de tener trabajo ya que ellos también recogen otros residuos, pero es favorable para la disminución del volumen de basura en los botaderos ya que el embalaje de EPS demora cientos de años en degradarse.
- Mediante el análisis económico realizado se concluye que la puesta en marcha de una industria de embalajes biodegradables es rentable, y que el costo de producción del embalaje biodegradable es menor que el de un embalaje de EPS, al igual que el precio de venta por lo tanto se puede considerar un producto que puede ser muy competitivo frente al embalaje

convencional, además de que no hay competidores similares en el mercado peruano, por lo tanto sería más fácil entrar al mercado.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda utilizar otras herramientas para complementar el impacto ambiental de ambos embalajes tanto en su producción como en su disposición final para poder obtener valores más precisos. Ya que la utilización de un solo método no es suficiente para lograr identificar todos los impactos.
- Se recomienda que las empresas de embalajes de EPS reduzcan las emisiones de sus procesos, especialmente en la pre expansión de perlas ya que fue identificado como el más contaminante, y que puedan tener un sistema de gestión ambiental de acuerdo a las normas peruanas para que puedan controlar las afectaciones a los factores ambientales, además de proteger la contaminación del medio ambiente.
- Se recomienda la promulgación de leyes para el control de disposición final de productos no biodegradables o que se biodegradan en cientos de años como el caso de embalajes y productos de EPS, ya que la reciente promulgada Ley N° 30884 “Ley que regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartables” regula el uso pero no la disposición final de estos, además se recomienda la apertura de rellenos sanitarios en todas las ciudades del Perú para que se le puedan dar tratamientos adecuados a la disposición final de los residuos de larga degradación.
- Se sugiere hacer investigaciones sobre estos materiales, en las que se utilicen más herramientas de análisis de impacto ambiental, que consideren los impactos indirectos y que permita visualizar las interacciones y los impactos de un factor sobre otros factores, ya que las

matrices empleadas permiten conocer en qué proporción inciden cada una de las acciones sobre los factores ambientales.

- Se recomienda complementar la presente investigación con un estudio de factibilidad para la puesta en marcha de industrias de productos biodegradables, ya que productos biodegradables como el que fue objeto de estudio de esta investigación tienen bajos costos de producción, además que hoy en día se están causando muchos daños al medio ambiente que son irreversibles, pero si se toma conciencia, se prohíbe el uso de productos contaminantes y se fomenta el uso de productos biodegradables, se podría mitigar en pequeña escala el daño ambiental.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANMN. (2015). Asociación Nacional de Medicina de México. *Boletín de la Academia Nacional de Medicina de México*.
- Aranda, A., & Zabalza, I. (2010). *Ecodiseño y Análisis de Ciclo de Vida* (1 ed.). Zaragoza, España: Prensas Universitarias de Zaragoza.
- Asociación Nacional del Poliestireno Expandido. (2019). *ANAPE*. Obtenido de <http://www.anape.es/index.php?accion=producto>
- Banco Mundial. (2019). *Banco Mundial*. Obtenido de <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?end=2018&start=2012>
- Bayer, E. (Julio de 2010). *TED Conferences*. Obtenido de http://www.ted.com/talks/eben_bayer_are_mushrooms_the_new_plastic?language=es#t-277500
- Bayer, E., & McIntyra, G. (2017). *Patente nº US 2017/0049059 A1*.
- Bombas Hasa. (2019). *Bombas Hasa*. Obtenido de <https://www.bombashasa.com/es/productos/camisas/camisas-de-refrigeracion-para-motores-sumergibles/>
- Bureau Veritas Formación. (2008). *Manual para la formación en medio ambiente*. España: LEX NOVA S.A.
- Burguera, G. (1985). Método de la matriz de Leopold. Método para la evaluación de impactos ambientales incluyendo programas computacionales. JJ. Duek. Mérida, Venezuela: Serie Ambiente (AG).
- Burzynski, T. (2016). *An Analysis of Myco-materials and Polystyrene foams*. Obtenido de <https://femaleandfungi.com/2016/03/10/replacing-petroleum-based-products-with-breakthrough-biomaterials/>
- Carrera, C. (2014). *Estudio de factibilidad para la instalación de una planta procesadora de película plástica (papel stretch film) a partir del quitosano*. Universidad de Guayaquil, Ecuador.
- Castillo, R., Escobar, E., Fernández, D., Gutiérrez, R., Morcillo, J., Núñez, N., & Peñaloza, S. (2015). Bioplástico a base de la cáscara de plátano. *Revistas Académicas UTP*.
- Chandra, M., Khon, C., Pawliz, J., & Grant, P. (22 de Noviembre de 2016). Real Cost of Styrofoam. Missouri, Estados Unidos.

- Conesa, V. (2009). *Guía Metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- Córdoba, M. (2012). *Gestión Financiera*. Bogotá: ECO Ediciones.
- De Diego, A. (2015). *UF0929-Gestión de pedidos y stock*. España: Ediciones Paraninfo S.A.
- Direct Industry. (2019). *Direct Industry*. Obtenido de <https://www.directindustry.es/prod/hangzhou-fangyuan-plastics-machinery-co-ltd/product-163279-1714188.html>
- Direct Industry. (2019). *Direct Industry*. Obtenido de <https://www.directindustry.es/fabricante-industrial/tolva-almacenaje-85967.html>
- Ecototal. (2015). *Ecototal*. Obtenido de <https://www.ecototal.com/vajilla-ecologica-biodegradable/>
- Ecovative. (Junio de 2016). *World Materials Forum*. Obtenido de <https://worldmaterialsforum.com/files/Presentations/WS2-2/WMF%202016%20-%20WS%202.2%20-%20Gavin%20McIntyre%20Final.pdf>
- Ecovative Design. (2019). *Ecovative Design*. Obtenido de Ecovative Design: <https://ecovatedesign.com/press>
- El Peruano. (19 de Diciembre de 2018). Normas Legales. *El Peruano*.
- EMPOLIME. (2012). *Empolime*. Obtenido de <http://www.empolime.com/fabricacion-poliestireno-expandido.htm>
- ESPOL. (s.f.). *Guía para la Elaboración e Interpretación de la Matriz de Leopold*. Guayaquil.
- Garriga, A., Lubin, P., Merino, J., Padilla, M., Recio, P., & Suárez, J. (2010). *Introducción al análisis de datos*. Editorial UNED.
- Gobierno del Perú. (2019). *gob.pe*. Obtenido de [https://www.gob.pe/busquedas?institucion\[\]=minam&reason=sheet&sheet=1](https://www.gob.pe/busquedas?institucion[]=minam&reason=sheet&sheet=1)
- Haicom. (2019). *Haicom*. Obtenido de <http://www.haicom.com.mx/empresas/nuova-idropress>
- INEI. (Octubre de 2018). *Instituto Nacional de Estadística e Informática*. Obtenido de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/12-informe-tecnico-n12_produccion-nacional-oct2018.pdf

- INEI. (23 de Enero de 2019). *Instituto Nacional de Estadística e Informática*. Obtenido de <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/noticias/nota-de-prensa-no-009-2019-inei.pdf>
- Insulation Corp. (2019). *Insulation Corporation of America*. Obtenido de <https://insulationcorp.com/eps/>
- Jimei. (2019). *Alibaba*. Obtenido de <https://spanish.alibaba.com/product-detail/High-efficient-industrial-fully-automatic-sterilization-60812572671.html?spm=a2700.7724838.2017115.163.158024ecAvP2RB>
- Jin Heng Li. (2019). *Alibaba*. Obtenido de <https://spanish.alibaba.com/product-detail/chinese-500kg-big-capacity-vertical-feed-mixer-pm-500-60149479100.html?spm=a2700.8699010.normalList.46.26353e09XHbmsE>
- Judge, P. (2014). Dell Cuts Waste By Packing Laptops In Wheat Straw. *Silicon*, <https://www.silicon.co.uk/workspace/dell-packaging-wheat-straw-green-144287>.
- Leopold, L. (1971). *A procedure for Evaluating Environmental Impact*. U.S. Dept. of the Interior: USA: Gov. Print Office.
- Maquinova. (2019). *Mezcladoras y Molinos*. Obtenido de <https://www.mezcladorasymolinos.com.mx/productos/molinos/de-martillos/>
- Martínez, C., & Laines, J. (2013). *Poliestireno expandido (EPS) y su problemática ambiental*. Tabasco.
- Ministerio de Agricultura y Riego. (Octubre de 2009). *MINAGRI*. Obtenido de <http://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/novedades/propuesta-plan-nacional-agroenergia-plan.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2015). *MINAGRI*. Obtenido de <http://minagri.gob.pe/portal/objetivos/26-sector-agrario/arroz/218-produccion>
- Ministerio de Agricultura y Riego. (24 de Agosto de 2018). *MINAGRI*. Obtenido de http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/Informe-coyuntura-arroz-280818_0.pdf
- Ministerio de Educación y Cultura. (1998). *Formación profesional a distancia. Logística comercial. Ciclo formativo de grado superior. Gestión comercial y marketing*. España: Centro de publicaciones.
- Ministerio del Ambiente. (2003). *MINAM*. Obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/normas/reglamento-estandares-nacionales-calidad-ambiental-ruído>
- Ministerio del Ambiente. (2015). *MINAM*. Obtenido de http://www2.congreso.gob.pe/Sicr/TraDocEstProc/Contdoc03_2011.nsf/2d6

9b0b0b426716405257e22000cbc19/36c7c4d390e61eb405257e500043da09/\$FILE/NL20150524.PDF

Ministerio del Ambiente. (2015). *MINAM*. Obtenido de <http://www.munizlaw.com/normas/2015/Enero/14-01-15/R.%20N%C2%BA%20146-2014-CNB-INDECOPI.pdf>

Ministerio del Ambiente. (2017). *MINAM*. Obtenido de <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Proyecto-de-DS-ECA-AIRE.pdf>

Ministerio del Ambiente. (2017). *MINAM*. Obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-suelo-0>

Ministerio del Ambiente. (2017). *MINAM*. Obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-agua-establecen-disposiciones>

Ministerio del Ambiente. (Julio de 2018). *MINAM*. Obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/mapas/distribucion-nacional-rellenos-sanitarios-municipales-2018>

Moro, M. (2013). *Tecnología Industrial I*. Madrid, España: Ediciones Paraninfo S.A.

Nova Chemicals Corporation. (2005). *Novachem*. Obtenido de http://www.novachem.com/Product%20Documents/DYLITE-EPS_Guide_AMER_ES.pdf

NTD Televisión. (1 de Abril de 2012). *La Gran Época*. Obtenido de <http://www.lagranepoca.com/archivo/23674-bioplastico-papa-como-nueva-alternativa-ecologica-peru.html>

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2014). *OEFA*. Obtenido de La Fiscalización Ambiental en Residuos Sólidos: https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=6471

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (Setiembre de 2014). *OEFA*. Obtenido de <https://www.oefa.gob.pe/noticias-institucionales/3-mil-toneladas-de-basura-disponen-diariamente-20-botaderos-mas-criticos-peru>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2010). *FAO*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i1713s.pdf>

Ortegón, E., Pacheco, J., & Roura, H. (2005). *Metodología General de Identificación, Preparación y Evaluación de Proyectos de Inversión Pública*. United Nations Publications.

- Palacios, L. (2009). *Ingeniería de métodos movimientos y tiempos*. Bogotá: ECOE Ediciones.
- Pantel+Brömser . (2019). *Pantel+Brömser Gmb EPS Maschinen + Zubehör*. Obtenido de <https://pantel-broemser.de/produkt-kategorie/maschinen/blockformen/>
- Pérez, C. (2012). *Empaques y embalajes* (1 ed.). Estado de Mexico: RED TERCER MILENIO S.C.
- Santo Líquido Equipos Industriales. (2019). *Santo Líquido Equipos*. Obtenido de <http://www.santoliquidoequipos.com.ar/maquinariasyequiposusados.asp?eq=238>
- Silva, I. (2003). *Metodología para la Elaboración de Estrategias de Desarrollo Local*. United Nations Publications.
- Sistec Automazione e Robotica. (2019). *Sistec*. Obtenido de <https://sistec-pn.it/eps/>
- Sociedad Nacional de Industrias. (Abril de 2014). *Industria Peruana*.
- Tandy. (2019). *Alibaba*. Obtenido de <https://spanish.alibaba.com/product-detail/Flour-Washing-Powder-Bin-Food-Storage-62244898348.html?spm=a2700.galleryofferlist.normalList.21.1f797fb7svVzRn>
- Tecnopiro. (2019). *Tecnopiro*. Obtenido de <https://www.tecnopiro.com/producto/horno-estufa/>
- Universia. (21 de Mayo de 2010). Obtenido de <http://noticias.universia.edu.pe/en-portada/noticia/2010/05/21/694835/pucp-plasticos-base-papa-contr-contaminacion.html>
- Vidales, D. (2007). *El mundo del envase: manual para diseño y producción envases y embalajes* (3 ed.). Distrito Federal, Mexico: Gustavo Gil.
- Widesky. (2019). *Alibaba*. Obtenido de https://www.alibaba.com/product-detail/vibratory-feeding-conveyor_60510052636.html?spm=a2700.7724838.2017115.1.1ec44249F6QGpq
- Yaque, A. (2014). *Preparar y acondicionar elementos y máquinas de la planta química QUIE108-Operaciones básicas en planta química*. IC Editorial.
- Zhengzhou Pindu Trade Co. Ltd. (2019). *Alibaba*. Obtenido de https://pindu.en.alibaba.com/product/60748971342-805233108/eps_styrofoam_block_recycling_machine_machines_extruded_

polystyrene_foam_blocks.html?spm=a2700.icbuShop.41413.15.450d2b87yfgdKv

Zhongji Machinery. (2018). *zhongji.es*. Obtenido de Shanghai Zhongji Machinery Manufacturing Co. Ltd: zhongji.es/product-details/alessio-eps-pre-expanders/

ANEXOS

ANEXO A

Extracto de la Patente nº US 2017/0049059nA1

US 2017/0049059 A1

Feb. 23, 2017

5

other elements, and composed partially or entirely of non-nutritional particles, fibers, and other elements.

[0125] 2. Disposition of the substrate to an open-ended enclosure or series of enclosures with continuous voids designed to produce the desired final shape.

[0126] 3. Inoculation of the substrate within the enclosure with the inoculum containing the desired fungi strain or type. Inoculation can also occur during the substrate creation stage, prior to moving the substrate into the enclosure or series of enclosures.

[0127] 4. Growing the desired fungi strain through the engineered substrate within the enclosure or enclosures.

[0128] 5. Moving the substrate through the open ended enclosure such that the initial inoculated substrate volume reaches the end of the enclosure as hyphae growth has reached maximum density

[0129] 6. Moving the bonded engineered substrate out of the open-ended enclosure.

EXAMPLE 4

Static Embodiment Composite

[0130] FIG. 6 shows a perspective view of one embodiment of a mycelia bonded composite composed of nutritional particles, bulking particles, fibers, and insulating particles. In this embodiment of a mycelia bonded composite, the following growth conditions and materials were used: The engineered substrate was composed of the following constituents in the following percentages by dry volume:

[0131] 1. Rice Hulls, purchased from Rice World in Arkansas, 50% of the substrate.

[0132] 2. Horticultural Perlite, purchased from World Mineral of Santa Barbara, Calif., 15% of the substrate.

[0133] 3. DGS, dried distillers grains, sourced from Troy Grain Traders of Troy N.Y., 10% of the substrate.

[0134] 4. Ground cellulose, composed of recycled paper ground into an average sheet size of 1 mm×1 mm, 10% of the substrate.

[0135] 5. Coco coir, sourced from Mycosupply, 10% of the substrate.

[0136] 6. Inoculum composed of rye grain and inoculated with *Pleurotus Ostreatus*, 3% of the substrate.

[0137] 7. Birch sawdust, fine ground, 2% of the substrate by volume.

[0138] 8. Tap water, from the Troy Municipal Water supply, was added until the mixture reached field capacity, an additional 30% of the total dry substrate volume was added in the form of water.

[0139] These materials were combined together in a dry mix process using a rotary mixer to fully incorporate the particles, nutrients, and fibers. Water was added in the final mixing stage. Total mixing time was 5 minutes.

[0140] The enclosures were incubated for 14 days at 100% RH humidity and at a temperature of 75° Fahrenheit. The enclosures serve as individual microclimates for each growing substrate set. By controlling the rate of gas exchange, humidity can be varied between RH 100%, inside an enclosure, and the exterior humidity, typically RH 30-50%. Each rectangular enclosure fully contained the substrate and inoculum preventing gaseous exchange. Opening the enclosure

lids after 5 and 10 days allowed gaseous exchange. In some cases lids included filter disks allowing continuous gas exchange.

[0141] After 14 days of growth, the enclosures were removed from the incubator. The loose fill particles and fibers having been bonded into a cohesive whole by the fungi's mycelium produced a rectangular panel with dimensions closely matching those of the growth enclosure. This panel was then removed from the enclosure by removing the lid, inverting the growth enclosure, and pressing gently on the bottom.

[0142] The mycelia bonded panel was then transferred to a drying rack within a convection oven. Air was circulated around the panel until fully dry, about 4 hours. Air temperature was held at 130 degrees Fahrenheit.

[0143] After drying, the now completed composite is suitable for direct application within a wall, or can be post processed to include other features or additions including water resistant skins, stiff exterior panel faces, and paper facings.

[0144] Within the above embodiment, the ratios and percentages of bulking particles, insulating particles, fibers, nutrients, inoculum, and water can be varied to produce composites with a range of properties. The materials expanded perlite compositions can vary from 5%-95% of the composite by volume. Other particles including exfoliated vermiculite, diatomic earth, and ground plastics, can be combined with the perlite or substituted entirely. Particle sizes, from horticultural grade perlite to filter grade perlite are all suitable for composite composition and many different composite types can be created by varying the ratio of perlite particle size or vermiculite or diatomic earth particle size.

[0145] Rice hulls can compose anywhere from 5-95% of the composite material by volume. Fibers can compose from 1-90% of the material by volume. DGS can compose between 2-30% of the substrate by volume. The inoculum, when in the form of grain, can compose between 1-70% of the substrate by volume. The inoculum, when in other forms can comprise up to 100% of the substrate. Ground cellulose, sourced from waste paper, can compose from 1-30% of the substrate by volume.

[0146] Other embodiments may use an entirely different set of particles from either agricultural or industrial sources in ratios sufficient to support the growing of filamentous fungi through their mass.

[0147] Though not detailed in this preferred embodiment, the engineered substrate can also contain elements and features including: rods, cubes, panels, lattices, and other elements with a minimum dimension 2 times larger than the mean diameter of the largest average particle size.

[0148] In this embodiment, the fungi strain *Pleurotus ostreatus* was grown through the substrate to produce a bonded composite. Many other filamentous fungi's could be used to produce a similar bonding result with differing final composite strength, flexibility, and water sorption characteristics.

[0149] In this embodiment, the substrate was inoculated using *Pleurotus ostreatus* growing on rye grain. Other methods of inoculation, including liquid spore inoculation, and liquid tissue inoculation, could be used with a similar result.

[0150] Incubation of the composite was performed at 100% RH humidity at 75° Fahrenheit: Successful incubation

ANEXO B

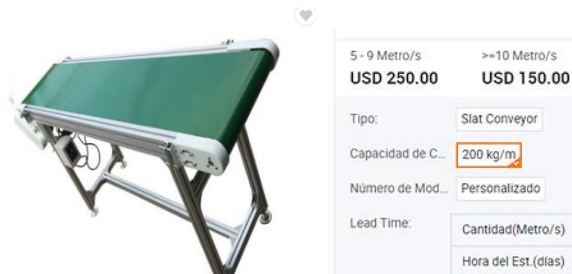
Maquinaria

Faja Vibratoria



Faja Vibratoria	Marca	Widesky
	Energía	1.5 Kw
	Voltaje	220 V
	Dimensión	6 m x 90 cm

Faja Transportadora



Faja Transportadora	Marca	DLTE
	Energía	0.4 Kw
	Voltaje	220 V
	Dimensión	10 m

Molino de martillos



USD 2,000.00
(Pedido mínimo)

[Contactar Pro](#)

[dejar Mensajes](#)

Asistencia del ... G

Pago:

Molino de martillos	Marca	Yuda
	Energía	45 Kw
	Voltaje	220 V
	Dimensión	Personalizado
	Capacidad	1-12 t/h

Mezcladora



Chino 500 kg de gr
vertical mezclador

FOB Referencia Preci

USD 1,500.00
Set/s 500 kg mezclad
(Pedido mínimo)

[Contactar Pro](#)

[dejar Mensajes](#)

Pago:

Mezcladora	Marca	JinHengLi
	Energía	4 Kw
	Voltaje	220 V
	Dimensión	1.1 x 1.1 x 2.67 m
	Capacidad	500 Kg

Llenadora



#SUPERSEPTEMBER
del fibc máquina d

FOB Referencia Prec

USD 3,000.00

Número de Mod... [

Contactar Pr

Hablar ahora

Asistencia del ... G

Llenadora	Marca	Leaderhightech
	Energía	1.1 Kw
	Voltaje	380 V
	Dimensión	3000x1100x2100 mm
	Capacidad	6-8 bolsas/min

Pasteurizador



1-9 Set

USD 5,500.00

Número de Mod... [

Shipping fee: U

Lead Time: 1

Pasteurizador	Marca	Jimei
	Energía	0.75 Kw
	Voltaje	220 V
	Dimensión	2500x550x1150 mm
	Capacidad	500 kg/h

Horno



>=1 Set/s
USD 3,000.00

Contactar Proveedor

Hablar ahora

Pago: VISA MasterCard TT

Envío: Alibaba.com servi
Unidos

Horno	Marca	HBJG
	Energía	2.7 Kw
	Voltaje	380 V
	Dimensión	1500x2100x2200 mm
	Capacidad	100-200 kg/h 16 capas, 32 bandejas